

## Trabajo Fin de Grado

LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS  
DERIVADOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA.  
Aragón como estudio de caso

TECHNOLOGICAL RISKS  
ARISING FROM THE CHEMICAL INDUSTRY  
Case study: Aragón

*Autor*

Marcos Briega Relancio

*Director*

Eugenio Antonio Climent López

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción: la industria química y los riesgos tecnológicos	2
2. Antecedentes y estado de la cuestión	5
3. Objetivos del trabajo	12
4. Metodología	13
5. Marco legislativo	15
5.1 Legislación europea	15
5.2 Legislación española	16
5.3 Legislación aragonesa	18
6. La industria química en España e historial de accidentes tecnológicos	20
7. La industria química en Aragón	25
7.1 Breve historia del sector en nuestra comunidad	25
7.2 Explotaciones actuales y dimensión económica del sector	26
7.3 El caso de Sabiñánigo	30
8. Análisis de riesgos tecnológicos derivados de la industria petroquímica en Aragón	32
8.1 Análisis de la vulnerabilidad territorial y social	32
8.2 Valoración de riesgos	34
8.3 Cartografía de riesgos	35
8.4 El caso de Sabiñánigo	39
9. Protocolo de actuación	46
9.1 El Principio de Precaución	46
9.2 Actuaciones de prevención y seguridad	47
10. Conclusiones	52
11. Índice de figuras	54
12. Bibliografía	55

# 1. INTRODUCCIÓN: LA INDUSTRIA QUÍMICA Y LOS RIESGOS TECNOLÓGICOS

La industria química es una de las partes en las que se divide el sector secundario, y concretamente es la que se encarga de transformar elementos químicos a gran escala. Se ocupa de dos procesos diferenciados; por un lado la extracción, y por otro el procesamiento de las materias primas, tanto naturales como sintéticas, y de su transformación en otras sustancias con características diferentes de las que tenían originalmente, aprovechando la capacidad de las tecnologías para ello.

Las industrias químicas, atendiendo a los procesos que lleva a cabo se pueden clasificar en dos modelos distintos; industrias químicas de base e industrias químicas de transformación, siendo las primeras las que trabajan con materias primas naturales, y fabrican productos sencillos, semielaborados, que son la base de las segundas.

Las primeras, las industrias de base están localizadas en lugares próximos a las fuentes de suministros para abaratar el coste del transporte de estas materias hasta la factoría, debido a que suelen tener que ser trasladadas en grandes cantidades. Un ejemplo de industria química de base es la fabricación de alcohol por fermentación de azúcares, así que como se ve, se precisará una gran cantidad de azúcar, tanto en volumen como en peso para llevar a cabo la transformación. Estas industrias químicas de base toman, en su totalidad, las materias primas que van a transformar de diversos elementos; el aire (oxígeno y nitrógeno), el agua (hidrógeno), la tierra (carbón, petróleo y minerales) y la biosfera (caucho, grasas, madera y alcaloides, planteando prácticamente que cualquier elemento existente es susceptible de servir como materia prima para esta industria de base.

Las otras industrias que componen el subsector químico son las industrias de transformación, es decir, las segundas que se han mencionado. Estas mismas convierten los productos semielaborados de manera previa en nuevos productos que pueden salir directamente al mercado de consumo final.

Por lo general, las operaciones que lleva a cabo la industria química se basan en una simple modificación, consistente tanto en una reducción como en un aumento de las propiedades de los elementos que tratan con los aparatos que permutan el cambio, manejados por los investigadores en los laboratorios, a pesar de ser necesario el estudio cuidadoso y controlado de todo el proceso químico en el laboratorio antes de convertirse en un proceso industrial y se desarrolla gradualmente en instalaciones piloto, no implantándose a gran escala hasta que no queda demostrada su rentabilidad. Es decir, primero se experimenta a pequeña escala con los distintos elementos susceptibles de investigación, y cuando por fin se consigue ver una rentabilidad económica, se aplica a escala industrial.

Como ocurre en todas las factorías del sector industrial, la industria química se basa en la transición desde el laboratorio hasta la fábrica. Las distintas fases se aúnan en un continuo proceso secuenciado (llamado cadena o línea de producción, como en cualquier industria) las operaciones que se han practicado en el laboratorio y que, aunque efectuado de forma independiente, no se finaliza este proceso hasta recorrer las diferentes fases. Estos procesos son los mismos independientemente de la naturaleza concreta del material o elemento que se procesa, ya que un alto porcentaje de estas fases son comunes en la extracción de los elementos.

Algunos ejemplos de estos procesos a los que se someten las materias primas son primeramente la extracción, la trituración y molienda de los materiales primarios extraídos, así como el transporte de fluidos (en caso de tener esta naturaleza), o los distintos procesos más específicos, como la destilación, la filtración, la sedimentación o la cristalización de los distintos compuestos.

Al interpretar esta industria desde el punto de vista económico, encontramos la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) que nos señala de manera oficial las divisiones que se hacen dentro de la industria química en función del tipo de actividad económica, tratando de establecer relaciones en el tipo de procesado o el material que se trabaja. La CNAE es una clasificación de las actividades económicas en función del tipo de producto o servicio que se elabora.

Hay diversas maneras de agrupar los procesos que abarca la industria química. Si analizamos el sector desde el punto de vista económico, encontramos la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), que nos señala de manera oficial las divisiones que se hacen dentro de la industria química en función del tipo de actividad económica, tratando de establecer relaciones en el tipo de procesado o el material que se trabaja, pero temáticamente, debido al enfoque del estudio, se ha atendido a otra clasificación diferente de la industria química, a través de la legislación medioambiental. En una disposición creada por parte del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental, a partir de la legislación consolidada por parte del Estado, se propone una modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado mediante Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio. Ésta, a su vez, intenta concretar los detalles de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. En esta misma propone una clasificación de las instalaciones que albergan estas actividades de riesgo que nos interesa analizar. Dicha clasificación se hace en función del nivel de prioridad en la aplicación de una garantía financiera por parte de la empresa, para contrarrestar posibles accidentes tecnológicos. Esta clasificación tiene valores para cada subsector, de 1 a 3, en función de los riesgos tecnológicos que plantea cada actividad. A efectos de la presente sección y de la descripción de las categorías de actividades incluidas en la misma, “fabricación” hace referencia a la fabricación a escala industrial, mediante transformación química o biológica de distintos productos.

Todos estos productos generados de manera industrial mediante procesos de alteración en la naturaleza de las materias primas, muchas veces produce ciertos riesgos, tanto medioambientales como humanos o materiales, puesto que son sometidos a distintos procesos peligrosos. Estos riesgos son tenidos en cuenta siempre que se ubica alguno de los procesos susceptibles de ser peligrosos en entornos urbanos o medioambientalmente sensibles, y plantea problemas solo capaces de resolverse con una Ordenación del Territorio óptima, intentando mantener alejados algunos procesos de mayor peligro de los grandes núcleos, o las redes de transporte y los métodos del mismo controlados.

A lo largo del análisis desarrollado en este trabajo se revisarán distintos antecedentes asociados a la industria química y los riesgos tecnológicos, observando algunos casos de accidentes, observando la legislación que intenta minimizar los problemas que devienen de estas actividades económicas. Además, en relación con la ordenación del territorio, se observarán diferentes casos en los que fue fundamental el prever este tipo de desastres, no sólo en relación con el Medio Ambiente, sino en las repercusiones que pudiese tener sobre los núcleos de población y la propia población que los habita. Los riesgos tecnológicos son transversales a las distintas ramas de la

geografía, ya que las afecciones hacen que haya que tratar elementos humanos, pero también una geolocalización para estos procesos que respeten lo más posible los espacios naturales, y más los protegidos, y a su vez buscar que esta localización tenga una rentabilidad económica, minimizando los costes de las empresas o entidades asociadas para esta actividad.

## 2. ANTECEDENTES Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Los riesgos, atendiendo a la definición establecida de manera oficial por la Real Academia Española, es “contingencia o proximidad de un daño”, es decir, la intuición de algo peligroso, independientemente de su naturaleza. Atendiendo a un riesgo ya asociado a grandes daños, ya desde 1964 Burton y Kates definieron los *riesgos* como “aquellos elementos del medio físico dañinos para el hombre y causados por fuerzas extrañas a él”, pero se ha evolucionado mucho en la teoría de la ecología humana. Hoy ningún autor duda de que la definición ha de contemplar factores estructurales de tipo económico, político y social que juegan un papel clave en la generación de los riesgos (Susman, 1983).

En el caso de los riesgos tecnológicos, nos referimos a riesgos directamente asociados a la actividad humana, y principalmente derivados de la industria. Éstos son percibidos como fenómenos controlables por el hombre, pero que pueden encuadrarse dentro del parámetro de seguridad planteado como método de prevención.

Según el Departamento de Industria y Empleo<sup>1</sup> del Gobierno de Aragón, se define riesgo como *“cualquier suceso, tal como una emisión en forma de fuga o vertido, incendio o explosión importantes, que sea consecuencia de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento, que suponga una situación de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medio ambiente, bien sea en el interior o exterior del establecimiento, y en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas.”*

En este contexto, un “riesgo tecnológico” es **la probabilidad de que un objeto, material o proceso peligroso, una sustancia tóxica o peligrosa o bien un fenómeno debido a la interacción de estos, ocasione un número determinado de consecuencias para la salud, la economía, el medio ambiente y el desarrollo integral de un sistema.** Los riesgos se clasifican según la variedad de la amenaza:

- Riesgo por Incendio o explosión. Presente sobre todo en plantas industriales y áreas de almacenamiento.
- Riesgo por escapes o derrames. Más común en plantas industriales y transporte de materiales peligrosos (sea por medio de tubería o por medio de vehículos automotores).
- Riesgo de intoxicación y exposición a radiaciones ionizantes. En procesos industriales y manejo inadecuado de desechos.

Por otra parte, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias clasifica los riesgos tecnológicos en cuatro campos temáticos, en función del origen de la actividad que lo genera: riesgo nuclear, radiológico, químico y de transporte de mercancías peligrosas.

A pesar de estos matices que marcan la peligrosidad de la existencia de industrias de este tipo, para el medio ambiente y por supuesto para la vida humana, se desprende la gran importancia que tiene la correcta localización de este tipo de factorías en la ordenación territorial de las regiones. Debido a la exacerbación del pánico por parte de la población, hay que amoldar la

---

<sup>1</sup> Departamento de Industria y Empleo del Gobierno de Aragón [consultado en <http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/EconomiaIndustriaEmpleo/AreasTematicas/SeguridadIndustrial/AccidentesGravesSustanciasPeligrosas>]

instalación a una región en la que se pretenda minimizar los daños plausibles de ocurrir. Este pánico, que a priori puede parecer poco relevante, como veremos a observar los casos de accidentes tecnológicos europeos, concretamente el caso de Italia, puede convertirse en el principal enemigo a la hora de minimizar los daños humanos y ambientales provocados.

En realidad hay que tener en cuenta que este tipo de instalaciones es poco probable que sufran algún evento de riesgo como tal, ya que las medidas de seguridad suelen ser muy altas. Aún así, a la hora de localizarlo en un terreno concreto suelen tener que cumplir legislación al respecto, como encontrarse alejados de núcleos habitados, para evitar mayores catástrofes, aunque a su vez es indispensable que se encuentren cerca de un centro logístico o al menos que tenga buena conectividad con la red de transporte.

Los factores de riesgo son tres: la Peligrosidad, la Exposición y la Vulnerabilidad (Ayala-Carcedo, F.J., 1990)

- La **peligrosidad** hace referencia al conjunto de características que hacen más peligroso a un fenómeno potencialmente dañino. Esta peligrosidad se compone de dos aspectos concretos; la severidad y la probabilidad, teniendo relación inverso, es decir, cuanto más frecuente (probabilidad alta) es, menos severo es ese peligro.
- La **exposición** es el conjunto de personas y bienes potencialmente expuestos a la acción del peligro.
- Por último, la **vulnerabilidad** es el porcentaje de pérdida que puede producir un peligro de una determinada severidad.

Estos tres factores de los que se compone el riesgo actúan conjuntamente y son los tres necesarios. Por poner un ejemplo aclaratorio: una explosión de una industria en un lugar sin habitantes ni bienes no supone un riesgo puesto que no entran los tres factores en funcionamiento, como expone Ayala (1990)<sup>2</sup>. Muchas regiones que cuentan con alguna factoría encargada de este sector, o incluso regiones que crean *clusters*, es decir, un conglomerado de empresas de ámbito o actividad comunes.

En el departamento francés de Pyrénées-Atlantiques se encuentra la cuenca de Lacq, justo al noroeste de Pau. Esta llanura aluvial del Gave de Pau fue predominantemente agrícola hasta mediados del siglo XX, momento en el cual cambió de orientación y funciones debido a los descubrimientos de depósitos de petróleo y de gas, lo que hizo que se cambiase la función económica de la región, transformando a su vez la perspectiva paisajística, social y demográfica.

En este punto sur del país galo se creó un complejo económico, inicialmente centrado en el gas que, actualmente, se ha diversificado hasta convertirse en un gran polo industrial en el campo de la química, caracterizado por la existencia de riesgos industriales o tecnológicos que suponen una amenaza para la población y además un foco potencial de contaminación para el medio ambiente.

---

<sup>2</sup> Boletín de la A.G.E. sobre la Ordenación del Territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas  
[\[https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/1122545.pdf\]](https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/1122545.pdf)

Este hecho ha llevado al gobiernos francés a elaborar una serie de documentos legales que minimicen los riesgos. En este caso concreto, el documento elaborado es el vigente Plan de Prevención de Riesgos Tecnológicos (PPRT). Además de este plan, se analiza la gobernanza de la región en temática de riesgos industriales en el apartado 7.1 del trabajo a partir del análisis previo realizado por Manso de Zúñiga (2014) <sup>3</sup>.

Esta región no ha sufrido ningún caso de accidente industrial tecnológico, a pesar del alto riesgo existente, pero sí encontramos, sin salir del continente europeo, una serie de incidentes que han sido altamente perjudiciales medioambiental, social y económicamente.

Estos casos generan incógnitas sociales que tienen que ser abordadas desde la legislación, y por supuesto la Ordenación del Territorio. Normalmente estos riesgos se clasifican en función de las consecuencias que pueda tener en caso de accidente, pero siempre partiendo de una visión más individual de cada uno de los casos, como puede observarse en distintos estudios, como el realizado por Suárez y Martínez (2009) <sup>4</sup>. Estos dos autores se centran en una localización concreta, para tratar dos zonas urbanas y las capacidades de reacción en relación a la población y los trazados urbanos, acogiéndose a la caracterización concreta de estos distritos y la población que habita estos distritos.

Esta utilidad a nivel individual de cada uno de los posibles riesgos ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, pasando por diferentes fases debido a los distintos casos sucedidos. Julio Jáuregui Medina (2013) expone <sup>5</sup> diferentes casos a nivel mundial que han afectado a la población y al medio ambiente, y concluye que las legislaciones se han ido estableciendo a partir de los distintos eventos accidentales en las últimas décadas, algo que pone de relieve la forma de hacer de los legisladores en materia de seguridad.

---

<sup>3</sup> MANSO DE ZÚÑIGA, N. (2014) "La gobernanza de los riesgos industriales. La Cuenca de Lacq (Sudoeste francés)" Universidad de Zaragoza [disponible en <https://zaguan.unizar.es/record/16456/files/TAZ-TFM-2014-607.pdf>]

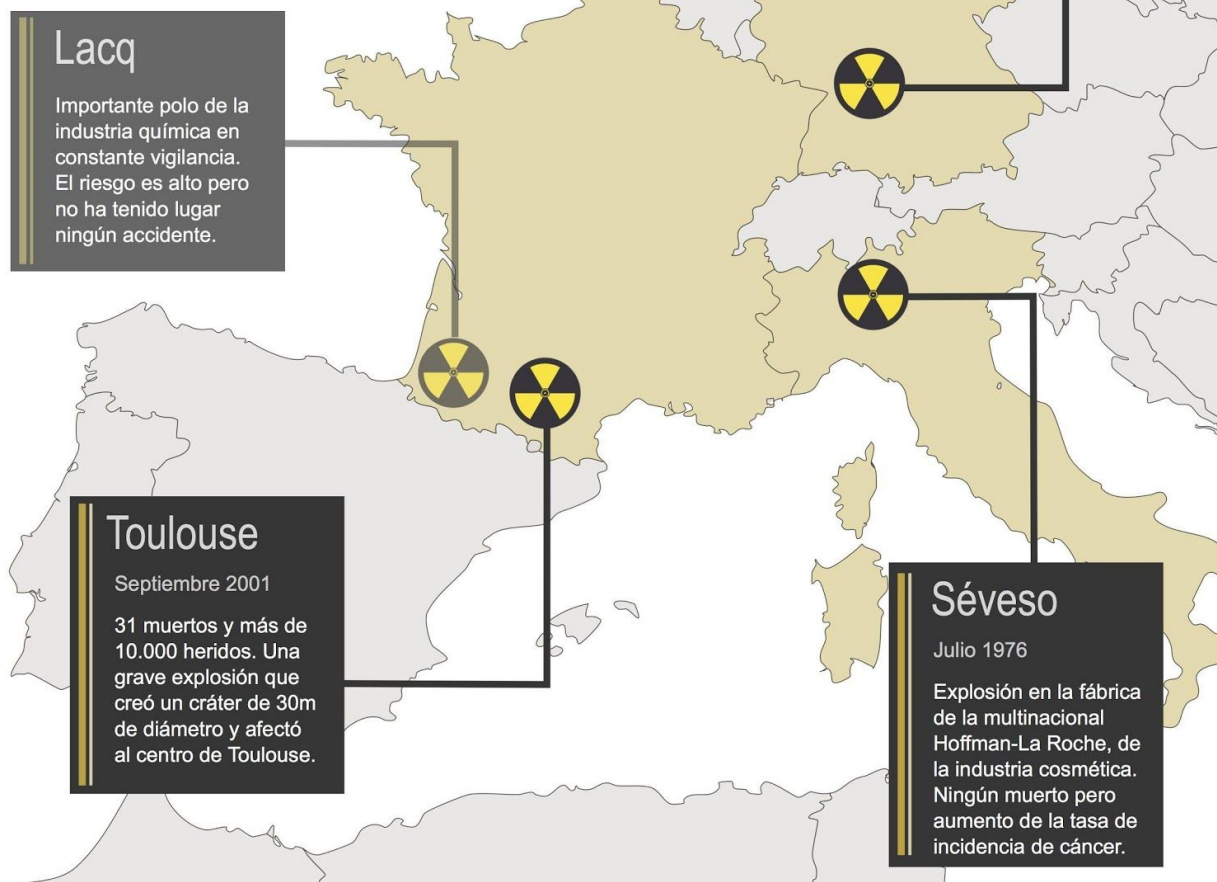
<sup>4</sup> SUÁREZ, A.; MARTÍNEZ, F.J. "Caracterización espacial de la vulnerabilidad sociodemográfica en dos distritos madrileños ante riesgos tecnológicos" en *Cuadernos Geográficos*, 45 (2009-2), p. 137-152 [disponible en: <http://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/045/045-006.pdf>]

<sup>5</sup> MEDINA, J. "La construcción histórica del principio de precaución como respuesta al desarrollo científico y tecnológico" en *Revista Internacional de Éticas Aplicadas*, 11 (2013), p.1-19 [disponible en: <https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/188/229>]



# Principales accidentes de la industria química en Europa

Localización de los casos mencionados en este apartado



Mapa 1. Principales accidentes de la industria química en Europa. Elaboración propia.

## 2.1 El caso de Toulouse (Francia)

La empresa AZote Fertilisants (acotado en AZF) sufre la explosión el 21 de septiembre de 2001, habiendo en ese momento casi 400 toneladas de productos químicos almacenadas en la factoría. En este caso murieron 31 personas, causando 2.500 heridos graves, cerca de 8000 heridos leves y daños materiales calculados en torno a 2000 millones de euros. Además los daños en viviendas particulares llegaron hasta el centro urbano de Toulouse en forma de destrozos en puertas, ventanas, techos, muros... etc. Se barajan distintas hipótesis sobre las causas de la explosión:

- Según las autoridades, el causante fue un empleado, que vertió por error dos compuestos y la mezcla de ambos compuestos habría desencadenado la reacción. Esto se desmintió más de un año después, a través de las reconstrucciones de los hechos que realizaron expertos, demostrando la dificultad de confundir ambos compuestos y la imposibilidad de

que una reacción de esas características surgiera en las condiciones existentes en ese momento.

- Otra hipótesis se centra en que el desencadenante fueron fenómenos atmosféricos cerca de la fábrica, por lo que la explosión podría deberse a algún fenómeno electromagnético muy puntual, a pesar de que no está probado que el amonitrato explote al sufrir descargas eléctricas.
- Finalmente, también se habla de seísmos como posible causa. Aunque dada la magnitud de la explosión, ésta quedó registrada en todos los sismógrafos de la zona, por lo que resulta imposible afirmar cronológicamente a ciencia cierta si el temblor de tierra fue fruto o causa de la misma.

Aun así, el veredicto definitivo viene dado por la resolución judicial, de donde se extrae el mayor volumen de información. Podemos encontrar más datos de lo ocurrido en Toulouse en la página web del Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos de Zaragoza (GUIAR)<sup>6</sup>. La empresa y todo el tejido industrial se vieron afectados por este caso, ya que de este polo se nutría la región, por lo que fue un duro golpe para la economía de la ciudad y de toda la región. Hasta aquel entonces la industria química había sido junto a la aeronáutica el motor económico de la ciudad.

Asimismo, las industrias también están regidas por una política de prevención de los riesgos industriales, reforzada por varias leyes tras el accidente de la fábrica AZF (AZote Fertilisants) de Toulouse. Entre las leyes creadas destacan: la Ley nº2003-699 del 30 de julio de 2003 relativa a la prevención de los riesgos tecnológicos y naturales y a la reparación de los daños (ley Risque o ley Bachelot) y la ley de modernización de la seguridad civil de agosto de 2004.

## **2.2 El caso de Séveso (Italia)**

Este caso tuvo relación con un incendio industrial que ocurrió el 10 de julio de 1976, en una pequeña planta química en el municipio de Séveso, 25 km al norte de Milán, en la región de Lombardía (Italia). Una zona con una gran densidad de población.

A consecuencia de los daños causados por el incendio, en la fábrica de cosméticos de la multinacional Hoffmann-La Roche se produce la rotura de una válvula que provoca un escape de un gas de extrema toxicidad y persistencia en el medio ambiente.

En Italia se habla de este caso como “el Hiroshima de Italia”, obviamente como exacerbación, ya que ningún ser humano perdió la vida en este accidente, ni trabajadores ni civiles en derredor, pese a que todos continuaron viviendo allí durante más de quince días. Además de esto, con el paso del tiempo se vigilaron las gestaciones, y estos bebés que continuaron en los vientres maternos no presentaron deformaciones atribuibles al accidente.

Según la opinión de aquellos que pretendían quitarle importancia al accidente, éste es el mejor ejemplo de que el pánico puede causar mucho más daño que el hecho en sí que genera ese temor descontrolado. En todo caso es comprensible teniendo en cuenta los referentes de

---

<sup>6</sup> Accidente de Toulouse (Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos, 2011) [disponible en <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Toulouse.html>]

desastres en este tipo de industria en el pasado. Lo que en un primer momento pareció un accidente con poco impacto, en estudios posteriores se desveló fatal para la calidad de vida de las personas de la zona, como demostraron los análisis<sup>7</sup> publicados en la revista PLOS Medicine en 2008.

A partir de este accidente se empezó a tomar conciencia en la Comunidad Europea de los riesgos de accidentes en las industrias químicas. Lo que se plasmó con la aprobación de la Directiva "Seveso" que pretende la prevención de los accidentes y la limitación de sus consecuencias mediante la existencia de planes de emergencia interior y exterior en las instalaciones con riesgo de accidentes mayores. Las normas de seguridad industriales de la Unión Europea se conocen como la Directiva Seveso II. En el apartado 4.1 de Legislación se comenta más al respecto, por ser un referente en la prevención medioambiental en Europa.

## 2.3 El caso reincidente de Ludwigshafen (Alemania)

La región de Renania no es solo el centro industrial de Alemania, sino que supone uno de los principales polos económicos de toda Europa. La industria química es muy importante en esta zona occidental del país, y varias empresas relacionadas con el sector se localizan en los innumerables polígonos industriales de la región. De hecho, la empresa química más importante del mundo, la alemana BASF, tiene su sede central en la localidad de Ludwigshafen, que se ha convertido en el recinto químico integrado más grande del mundo. 40.000 empleados, 2.000 edificios, más de 100 kilómetros de calles, 200 kilómetros de vías de tren... Ludwigshafen es la capital mundial de la industria química, y eso conlleva un evidente riesgo constante. Han sido varios los incidentes y accidentes que esta ciudad ha sufrido relacionados con el sector químico.

El primero y más devastador tuvo lugar en 1921, precisamente en la planta principal de BASF (la empresa, además de multinacional, es histórica, fundada en 1865), en Oppau, un barrio de Ludwigshafen que producía sulfato de amonio. Por la escasez de azufre durante la Primera Guerra Mundial, se decidió cambiar la producción a nitrato de amonio, una sustancia higroscópica que, al mezclarse con los restos del sulfato de amonio que todavía quedaban por la planta, se convertía en una sustancia sólida, parecida al yeso. Para intentar retirar este material los operadores tenían que utilizar picos, y a alguien se le ocurrió que una buena manera de deshacerse de esos bloques de yeso rápidamente era aplicando el poder de la dinamita. La explosión generada cuando llevaron a cabo su irresponsable idea mató a 500 personas e hirió a más de 2.000. Destruyó el 80% de los edificios de Oppau y formó un cráter de 125 metros. No había sido inteligente tratar de deshacerse del amonio con dinamita.

BASF volvió a tener un grave accidente recientemente. Fue en Octubre de 2016 cuando en el puerto fluvial de la planta química principal de la empresa la explosión de una tubería que contenía butileno provocó un aparatoso incendio en el que murieron tres personas y ocho resultaron gravemente heridas, además de 22 heridos leves. Una enorme columna de humo afectó a las ciudades de Ludwigshafen y Mannheim, y las autoridades pidieron a la población permanecer en el interior de los edificios con ventanas y puertas cerradas. Los gases químicos emitidos procedían de tuberías utilizadas para transportar etileno, propileno, butileno, gasolina de pirólisis y etilhexanol. Se tardaron diez horas en extinguir el fuego causado

---

<sup>7</sup> Estudio sobre las consecuencias del accidente de Seveso [disponible en: <http://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0050161> ]

Alemania es un país que conoce los riesgos de la industria química. Además de los accidentes de 1921 y 2016, ha habido varios incidentes menos graves. Algunos de los más recientes, en Octubre de 2012, cuando un accidente en una planta química en la Baja Sajonia<sup>8</sup> produjo una nube tóxica que obligó a evacuar a casi 2.000 personas, y Marzo de 2016, cuando en Hamburgo un almacén químico saltó por los aires sin causar heridos.

---

<sup>8</sup> Artículo del medio Europapress sobre el accidente en Baja Sajonia, Alemania  
<http://www.europapress.es/epsocial/responsables/noticia-accidente-planta-quimica-causa-nube-toxica-alemania-20121016103516.html>

### 3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Como el campo que pretende abarcar un estudio integral de los riesgos tecnológicos sería muy amplio y multidisciplinar, se intenta condensar en objetivos más concretos y referidos a la Geografía y la Ordenación del territorio, aplicando una determinada metodología a cada uno de los objetivos que se pretenden conseguir. Estos objetivos se ordenan en función de la escala a la que se va a trabajar, ya que el primero analiza a escala continental, hasta reducirse a nacional, el segundo parte desde la escala nacional, y el tercero se centra en un caso local. A su vez, se pretenden enlazar los tres objetivos como complementarios, ya que el primero nos da la idea de las afecciones en la población, el segundo hace énfasis en los entornos susceptibles de ser más problemáticos, y el tercer objetivo que recoge un caso ya ocurrido que nos muestra la importancia de regular estos riesgos tecnológicos, perseguido en el primer objetivo, y el refuerzo de las regiones con mayor densidad industrial.

#### ***1 - Identificar riesgos tecnológicos y cómo pueden afectar a la población***

El primer objetivo se divide en dos procesos: en primer lugar es necesario, siguiendo el método geográfico, localizar, ubicar y detectar dónde se encuentra el objeto de estudio, esto es, identificar en qué zonas de la geografía (europea, española y aragonesa) podemos tener riesgos tecnológicos. Una vez localizados, este primer objetivo también se marca analizar el nivel de afectación que dichos riesgos pueden tener sobre la población.

#### ***2 - Resumir brevemente algunas de las características más importantes de la Industria Química***

Para la consecución de este objetivo se amplía el detalle de la escala de análisis, que pasa a centrarse en España y Aragón, recogiendo las regiones con una importancia relativa mayor del sector químico, analizando esto con datos económicos procedentes del INE y del IAEST. El sector químico suele ser la causa principal de los accidentes tecnológicos, aunque no todos los procesos químicos son susceptibles de generar ese tipo de accidentes.

#### ***3 - Analizar los métodos preventivos de protección frente a los accidentes tecnológicos de un caso concreto: la localidad de Sabiñánigo, en la provincia de Huesca***

Este objetivo es el más específico del trabajo por tratarse de la escala de mayor detalle, al reducirse a un municipio concreto dentro de la diagonal oscense que se ha tratado anteriormente. En este caso primero se pretende hacer un análisis de la industria química de Sabiñánigo, y a su vez la legislación específica que se le aplica a su polígono industrial debido a los riesgos químicos, por lo que es el que recoge a menor escala todos los elementos a tener en cuenta de los objetivos anteriores.

## 4. METODOLOGÍA

En cuanto a las distintas técnicas y métodos para la consecución de los objetivos, se siguen diversos caminos, en función de la necesidad precisa, de esta manera no solo es más precisa la forma de análisis, sino que además no se hacen monótonos los análisis de los distintos datos que necesitamos.

Para adaptar los métodos de trabajo a los objetivos que queremos conseguir con este trabajo de análisis, es necesario fijarse en estos mismos y las especificaciones que de cada uno pretendemos conseguir. Para los tres objetivos se utilizan diferentes formas de análisis y recogida de datos, por lo que vamos a ampliarlo en este apartado. A su vez, los tres objetivos son complementarios entre sí, por lo que van a compartir mucha de la información necesaria para consecución de estos, y por supuesto habrá una relación directa en los métodos geográficos de recogida de datos, tratamiento de los mismos y representación, en los casos de ser necesario, así como en su análisis para sacar conclusiones.

Para el análisis de la metodología primero vamos a separarla por objetivos para diferenciarlo, y luego lo pondremos en relación entre ellos.

- En primer lugar, para el objetivo uno, como se especifica en el anterior apartado, se tiene que optar por dos técnicas diferentes; una que responda a la localización de los riesgos tecnológicos en distintas escalas, y otra que concrete las afecciones a la población. Para la primera se trabajará con los datos de las distintas entidades responsables a las diferentes escalas (europea, española y aragonesa), ya no solo basarse en los casos más flagrantes, que se detallan en los antecedentes, sino con datos de accidentes. Para la segunda vertiente de este objetivo debemos combinar estos datos sobre accidentes ocurridos y riesgos tecnológicos posibles con los datos demográficos de las distintas regiones, y a las distintas escalas que se pretende analizar la repercusión sobre la población. Para conseguir estos datos de población se acude también a cada uno de los organismos encargados de registrar los movimientos demográficos a las distintas escalas.
- Para el segundo objetivo se precisa información macroeconómica de las distintas escalas a las que operamos en el análisis. Viene enlazado espacialmente con el primero, puesto que por probabilidad, y atendiendo a la cuantía numeral, los riesgos suelen asociarse a los grandes conglomerados industriales de las distintas partes del mundo, y sobre todo, independientemente de la escala de análisis en las que basamos nuestro trabajo. Para este objetivo se reduce la escala de análisis y se basa en una escala nacional y en una base autonómica, y para ambas escalas tenemos entidades encargadas de recoger este tipo de datos económicos, de todo el espectro productivo, y más necesario para nuestro trabajo, de la industria, y de la industria química. Gracias a estos datos recogidos en el Instituto Nacional de Estadística del estado español y el Instituto Aragonés de Estadística se pueden conseguir los datos precisos para comparar la importancia de unos sectores u otros, y de los subsectores en su interior, destacando la industria química. Esta información, en función de su importancia, podrá ser representada de manera visual, mediante cartografías a distintas escalas, gráficos, o mediante tablas de datos analizadas y pormenorizadas.

- Para el tercer objetivo, el que tiene la escala a mayor detalle, se centra el análisis en Sabiñánigo, el municipio oscense que en la actualidad mayor repercusión ha tenido en cuanto a accidentes tecnológicos a escala regional, debido a los vertidos de lindano de hace pocos años. En este caso la información y el análisis pasa a ser más detallada, ya no solo por la escala que se maneja, sino también porque es el punto central del trabajo, y es el objetivo al que llevan los dos anteriores. Se analizará con datos económicos y demográficos las características locales, sacadas del IAEST, y así poder cruzarlos de manera concreta. En este caso además se rescataran las planificaciones y prevenciones de riesgos tecnológicos aplicados a la localidad que compete, tanto de prevención, como de actuación en caso de accidente tecnológico, rescatando documentos de las instituciones comarcales y locales.

Como se ve, a pesar de ser diferentes los objetivos, la metodología de trabajo para todos ellos es bastante parecida; extracción de datos, cada uno de la temática que compete, ya sean demográficos, económicos o, entrando más al detalle, de accidentes tecnológicos, y a la vez, el conseguir representarlos espacialmente sobre mapas a distintas escalas, ya sea el análisis en Europa, en España o en Aragón, incluyéndose en esta misma la escala local, en Sabiñánigo, donde la distribución no es tan importante, puesto que el espacio es mucho más limitado. A la vez, todo este análisis hay que basarlo en el examen de documentos, legales o divulgativos, que ayuden a observar los antecedentes de los casos, la ordenación de distintas regiones, o las tendencias aplicadas para prevención, y por supuesto de actuación en caso de accidente.

## 5. MARCO LEGISLATIVO

Como región integrada dentro de diversas escalas territoriales, en Aragón se va amparando la legislación en las distintas competencias que van desprendiéndose desde la legislación internacional, los límites que pone Europa, seguido de la legislación estatal española y por supuesto los detalles que cierre la legislación aragonesa. El primer objetivo del trabajo, a pesar de basarse en la localización geográfica, depende en parte de las legislaciones, por lo que es necesario observar cómo operan estas a distintas escalas. Estas escalas pretenden pormenorizar la afección del sector industrial sobre la población y los núcleos habitados junto a los que se han ido asentando este tipo de industrias.

### 5.1 Legislación europea

El primer documento legislativo que se puede encontrar recogiendo medidas sobre los riesgos tecnológicos es una normativa de la que ya se ha comentado anteriormente. El 24 de junio de 1982 se pone fin a la ausencia de una reglamentación europea relativa a los establecimientos industriales que presentan riesgo gracias a la aprobación y entrada en vigor de la Directiva SEVESO (Directiva 82/501/CEE), que exige a los Estados miembros de la Unión Europea y a las empresas a identificar los emplazamientos industriales con riesgos y a adoptar las medidas apropiadas (Sistemas de Gestión de la Seguridad o SGS). Estas medidas se crean para prevenir los accidentes graves en los que estén implicadas sustancias peligrosas, limitando sus consecuencias para el hombre y para el medio ambiente, fundamentalmente.

El objetivo de esta Directiva es garantizar altos niveles de protección en toda la Unión Europea. Su alcance territorial se ha extendido gradualmente, especialmente tras el accidente en Basilea, Suiza, en 1986. Este accidente ocurrió en un depósito de la multinacional farmacéutica Sandoz que contenía unas 500 toneladas de productos químicos para la agricultura, 300 toneladas de diversos productos de base para la fabricación de abonos químicos y unas 15 toneladas de aditivos. Debido al incendio de la misma, desencadenó la aplicación de un plan de catástrofes que mantuvo paralizada durante horas a la citada ciudad suiza, sin que se produjeran víctimas.

El 3 de febrero de 1996, como ampliación a la directiva ya existente, se adopta la Directiva SEVESO II (Directiva 96/82/CE del Consejo, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas) que además tiene en cuenta la posible interacción entre las instalaciones de un mismo emplazamiento industrial, lo que se conoce como “efecto domino”, expresión que ha reforzado el concepto de prevención de accidentes.

Además SEVESO II permite mejorar la participación de la población integrándola en los diferentes procesos: accesibilidad a la información contenida en los estudios de peligro, opinión sobre la implantación de un nuevo establecimiento, puesta a disposición de un inventario de sustancias peligrosas presentes en los establecimientos, etc. Con esta directiva se crea una nomenclatura de las instalaciones clasificadas para distinguir establecimientos “SEVESO umbral bajo/alto” .

Tras el acuerdo institucional europeo de marzo de 2012, la nueva Directiva SEVESO III se hizo efectiva en junio de 2015 aplicándose a los establecimientos industriales nuevas exigencias con el fin de prevenir y mejorar la gestión de grandes accidentes provocados por productos químicos peligrosos. Además establece nuevos métodos de clasificación de las sustancias denominadas peligrosas y refuerza la participación en el proceso de decisión y el acceso a la información.

Con anterioridad, para intentar regular la producción de estas industrias que provocan riesgos tecnológicos, se crea en Europa el Reglamento (CE) nº 1907/2006 (en adelante denominado



REACH, acrónimo de Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancias y mezclas químicas). Este reglamento entró en vigor el 1 de junio de 2007 y tiene como objetivo principal mejorar la protección para la salud humana y el medio ambiente frente al riesgo que puede conllevar la fabricación, comercialización y uso de las sustancias y mezclas químicas.

En principio, el REACH es de aplicación para todas las sustancias químicas presentes en la vida diaria ya sea como tales, en forma de mezclas o contenidas en artículos, siendo, por tanto, de aplicación en sectores económicos de índole diversa y creando una malla muy extensa de industrias que deben someterse a este reglamento.

Para cumplir con las disposiciones del REACH, las empresas deben identificar y gestionar los riesgos asociados a las sustancias que fabrican y comercializan en la Unión Europea. Estas empresas deben demostrar cómo usar dichas sustancias de manera segura y comunicar toda aquella información relativa a las medidas de gestión de riesgos a las partes implicadas.

A partir de estos dos documentos, la Directiva Seveso y el reglamento REACH, se ha ido ampliando con diversos reglamentos y correcciones, y a su vez se desprenden de estas dos la legislación estatal.

Además de el Reach, se pormenoriza a nivel europeo la emisión de las industrias, amparado esto en la Directiva de Emisiones Industriales 2010/75/UE, emitido por el Parlamento Europeo a fin de evitar, reducir y, en la medida de lo posible, eliminar la contaminación derivada de las actividades industriales, teniendo en cuenta, siempre que sea necesario, la situación socioeconómica y las especificidades locales del lugar donde se desarrolle la actividad industrial.

## **5.2 Legislación española**

Este segundo marco territorial en el que se aplica la legislación nos limita más las obligaciones de estas industrias que generan peligros tecnológicos.

En primer lugar encontramos la Autorización Ambiental Integrada (AAI). Esta es una figura de intervención administrativa que, para las instalaciones afectadas, sustituye al conjunto de autorizaciones ambientales existentes hasta la entrada en vigor de la *“Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación”*. Esta ley establece unas condiciones ambientales mínimas para la explotación de las actividades e instalaciones contempladas en el Anexo I de dicha Ley. Esta autorización se otorga con carácter previo a cualquier otra autorización o licencia sustantiva exigible, y es de carácter vinculante para todo lo relativo al condicionado ambiental. La AAI incluye todos los aspectos ambientales, y aquellos otros relacionados que consideren las autoridades ambientales competentes, de acuerdo con la legislación básica estatal y las correspondientes autonómicas.

Además de las AAI encontramos distintos documentos referentes a obligaciones de estas empresas. Por ejemplo, para facilitar la evaluación de los escenarios de riesgos y reducir el coste de su realización de las medidas que han de llevar a cabo, el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007, de 23 de octubre, introduce distintos instrumentos de carácter voluntario, que son los análisis de riesgos medioambientales sectoriales y las tablas de baremos.

Los llamados MIRAT, que son modelos de informes de riesgos ambientales para medir los riesgos sectoriales, y las guías metodológicas para el análisis de riesgo, según el grado de homogeneidad del sector desde el punto de vista del riesgo medioambiental son vitales para evaluar la afección.

Un breve comentario para el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, y que en el marco territorial de Aragón diseccionamos.

En 2012, se emite el Real Decreto 1070/2012, de 13 de julio, por el que se aprueba el Plan estatal de protección civil ante el riesgo químico por parte del Ministerio de Interior. El objetivo del mismo es *“establecer la organización y los procedimientos de actuación de aquellos recursos y servicios del Estado y, en su caso, de otras entidades públicas y privadas, que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz del conjunto de las Administraciones Públicas, ante las diferentes situaciones de emergencia por accidente con sustancias peligrosas, en las que esté presente el interés nacional, así como los mecanismos de apoyo a los planes de Comunidades Autónomas en los supuestos que lo requieran.”*

Uno de los elementos a destacar dentro de este RD 1070/2012 es la creación y organización de una Base Nacional de Datos sobre Riesgo Químico, cuyas características fundamentales se especifican en el anexo II del documento. Esta base podrá ser accesible al Centro Nacional de Protección de Infraestructuras Críticas, como complemento al Catálogo Nacional de Infraestructuras Estratégicas que maneja y custodia dicho Centro.

Tal como expone el documento legislativo, es fundamental el desarrollo de un sistema que permita evaluar con rapidez y con la mayor fiabilidad posible el peligro existente y los daños ocasionados en caso de que se produzca un accidente tecnológico. En este caso de accidente se proponen diversas vías a seguir en función del tipo de accidente, marcando un protocolo en el artículo 5 del RD 1070/2012 y las competencias de cada administración;

*“Los Planes de Coordinación y Apoyo que forman parte del Plan Estatal, de acuerdo con lo especificado en el anexo I, son los siguientes:*

*Plan de seguridad química.*

*Plan de actuación sanitaria.*

*Plan de abastecimiento, albergue y asistencia social.*

*Plan de rehabilitación de emergencia de los recursos medioambientales.*

*Plan de Seguridad, Orden Público y Policía Científica.”* Art.5, RD 1070/2012

Para regular las instalaciones donde se suelen implantar actividades susceptibles de tener accidentes tecnológicos, el gobierno redactó un texto legislativo concreto. Estas instalaciones están reguladas desde el 21 de Octubre de 2015 por el Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, incluyendo aquellas en forma de materia prima, producto, subproducto, residuo o producto intermedio.

A partir de las normas europeas, el MAGRAMA propone un esquema de actuación recogido en la siguiente imagen, para generalizar las alertas antes los riesgos. En este caso son generalizables a los riesgos medioambientales, aunque el trabajo que se está desarrollando atiende solo a los tecnológicos, que quedan incluidos en estos.

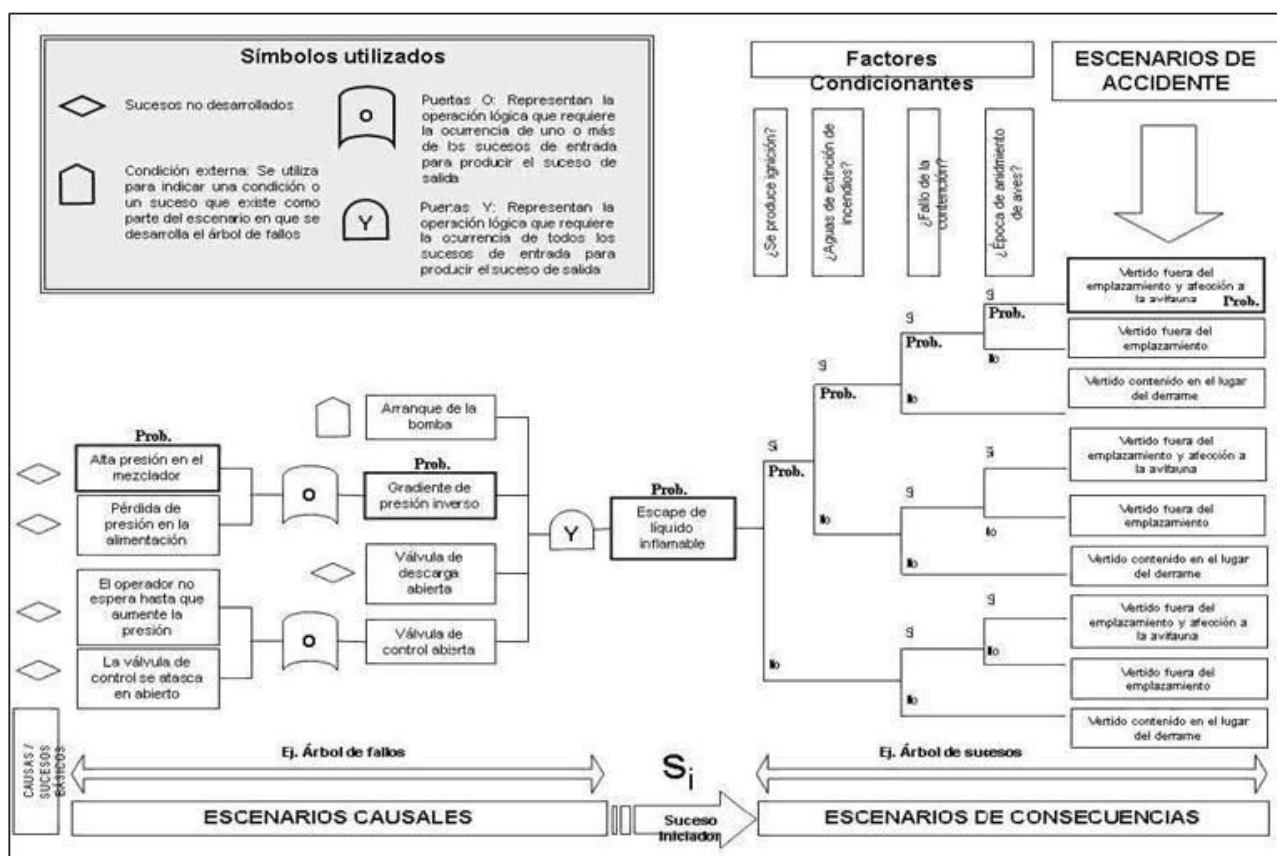


Gráfico 1: Esquema de actuación frente a accidentes. Fuente: MAGRAMA

## 5.3 Legislación aragonesa

El Área de Medio Ambiente Industrial del MAPAMA mantiene reuniones periódicas con las Áreas de las CCAA dedicadas a la aplicación de la legislación medioambiental en lo relativo al Control Integrados de la Contaminación recogida en la Directiva de Emisiones Industriales 2010/75/UE y en la transposición efectuada en nuestro ordenamiento jurídico mediante la Ley 5/2013 de 11 de junio y el RD 815/2013 de 18 de octubre. En estas reuniones se debate aquellos puntos de la legislación que puede dar lugar a distintas interpretaciones para, en la medida de lo posible, aunar criterios de actuación que beneficien tanto a la Administración como a la Industria al dar coherencia a la actuación en todas ellas.

En Aragón es el INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental) el encargado de gestionar todo lo relativo a la seguridad ambiental y humana y de recoger los aspectos relacionados. Hace unos años se creó un texto legislativo que recogiese ciertas medidas de control. La Resolución de 30 de septiembre de 2004, de la Dirección General de Interior, por la que se establecen criterios orientativos de interpretación a determinados artículos del Decreto 309/2002, de 8 de octubre, del Gobierno de Aragón, de distribución de competencias y funciones entre los distintos organismos de la Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón en materia de medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

Además de esto se regula, mediante la Orden EIE/1392/2016, de 9 de agosto, el procedimiento para la puesta en servicio o continuación de la actividad de los establecimientos en los que se

encuentren sustancias peligrosas en una o varias instalaciones, incluidas las infraestructuras o actividades comunes o conexas, adaptándola a la nueva legislación.

En cuanto a legislación aragonesa, merece mención especial para este documento el DECRETO 279/2007, de 6 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencia Exterior de las empresas aragonesas Industrias y Energía S.A. y Desarrollo Químico Industrial S.A. de Sabiñánigo. Este tipo de documentos legislativos vienen en consecuencia del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, indica que los órganos competentes de las Comunidades Autónomas elaborarán, con la colaboración de los industriales, un plan de emergencia exterior para prevenir y, en su caso mitigar, las consecuencias de los posibles accidentes graves previamente analizados, clasificados y evaluados, que establezca las medidas de protección más idóneas, los recursos humanos y materiales necesarios y el esquema de coordinación de las autoridades, órganos y servicios llamados a intervenir. Este documento será analizado más adelante en los apartados específicos de Sabiñánigo, con la intención de mostrar las aplicaciones de estos planes de protección de riesgos tecnológicos.

## 6. LA INDUSTRIA QUÍMICA EN ESPAÑA E HISTORIAL DE ACCIDENTES TECNOLÓGICOS

De acuerdo con los objetivos del trabajo, y para el análisis más exhaustivo de los riesgos tecnológicos, es importante tener conocimiento de la situación de la industria en España. En concreto es interesante observar la situación y localización de la industria química. Según la clasificación de las actividades profesionales o empresariales mediante el código CNAE, la industria química aparece unificada con las actividades farmacéuticas. Esta categoría supone una de las principales industrias de España, un sector clave que representa el 12,6% del PIB español (ver tabla 1), y que, como vemos en esta misma tabla, ha ido aumentando su valor relativo a lo largo de los últimos años, sobre todo tras la bajada de algunos sectores como el minero o el de producción papelera. Solo han aumentado su importancia relativa la industria química, la de producción alimenticia, la producción de maquinaria y la fabricación de material de transporte.

Tal y como recuerda la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE) en su informe de 2017<sup>9</sup>, la industria química emplea directamente a 183.000 asalariados, y de manera indirecta crea 540.000 empleos. Atendiendo a la tendencia de la importancia relativa de la industria química, podría decirse que ha ido en aumento el número de trabajadores empleados en este sector. También supone una cifra de negocio de casi 60.000 millones de euros, a través de las más de 3.000 empresas del sector. Es, además, una de las industrias que más ha visto crecer su participación en el PIB total del país.

CNAE	Sector	% 2007	% 2014
10, 11, 12	Alimentación	17,1	21,4
13, 14, 15	Industria Textil, Confección y Calzado	4,7	4,3
16, 17, 18	Papel, Artes Gráficas, Madera y Corcho	7,9	5,9
19	Coquerías y Refino	1,8	0,6
20, 21	Industria Química y Farmacéutica	10,8	12,6
22, 23	Minerales no metálicos, transformación plástico	10,8	8,1
24, 25	Metalurgia y productos metálicos	15,1	13,0
26, 27	Equipo eléctrico, electrónico y óptico	6,7	5,8
28	Maquinaria y equipo mecánico	5,8	7,5
29, 30	Material de transporte	11,3	12,7
31, 32, 33	Industrias manufactureras diversas	8,0	8,0

Tabla 2. Peso en el PIB de España de cada sector industrial. Elaboración propia. Fuente: FEIQUE

<sup>9</sup> “Radiografía del Sector Químico Español 2017” (2017) Federación de Empresas de la Industria Química Española [disponible en <http://radiografia.feique.org/wp-content/uploads/2017/05/Radiografia-del-Sector-Quimico-2017.pdf>]

La industria química es el cuarto sector industrial de la economía española, pero hay que recordar que los sectores que se encuentran por delante en importancia relativa son la industria alimenticia, que es lógico al tener en cuenta la posición de productora alimentaria de Europa que tiene España, y las industrias manufactureras y metalúrgicas enlazadas con la producción automovilística.

Es importante destacar la capacidad exportadora de este sector, que destina a mercados exteriores el 55% de la producción, hecho que le permitió sobrevivir mejor a la crisis económica y, como se ha comentado con anterioridad, aumentar el valor relativo sobre el PIB español. Si en el año 2007 el sector vendió fuera de España por valor de 23.000 millones, diez años después las ventas han aumentado un 48,7%. La capacidad exportadora del sector es realmente importante, ya que en el resto de países la crisis económica azotó con menor fuerza, por lo que los mercados de compra-venta de productos no desaparecieron tras 2008, y han hecho que aumente su importancia relativa dentro de España.

Según datos de 2014, la división de la industria química por subsectores da a las especialidades farmacéuticas el 21,7% de la cifra de negocios total del sector, seguidas por las materias plásticas y caucho (20,5%), la química orgánica (12,6%), y los productos de limpieza, gases, inorgánica, agroquímica y colorantes.

Por Comunidades Autónomas, este pastel se reparte de manera poco equitativa: la industria química tiene una implantación muy grande en determinados puntos de la geografía española, y es inexistente en el resto. Según datos de 2014<sup>10</sup>, y tal como nos muestra de manera visual el mapa que se relaciona a continuación, el porcentaje de la cifra de negocios del sector químico se reparte entre Cataluña (el 42,6% del total de negocios), Madrid (13,4%), Andalucía (13,3%) y Comunidad Valenciana (8,7%) principalmente. Esta localización no es casual, ya que se encuentra rodeando los principales focos de salida de productos hacia otras partes del mundo, es decir, que se encuentran junto a los puntos clave de conectividad en el transporte. Cataluña lidera con claridad y 24.000 millones de euros en ventas (2014), muy lejos está Madrid con 7.500 millones, Andalucía con 7.400 millones y la Comunidad Valenciana con 4.900 millones.

El siguiente mapa refleja la implantación territorial del sector químico en España, subdividido por Comunidades Autónomas. A través del dato del personal ocupado (INE, 2015) se puede observar en qué puntos de la geografía española predomina la producción química, que suele estar cercana a los lugares de extracción e intenta minimizar los costes de transporte de los productos. De nuevo, Cataluña lidera con diferencia: más de 33.500 trabajadores en el sector químico.

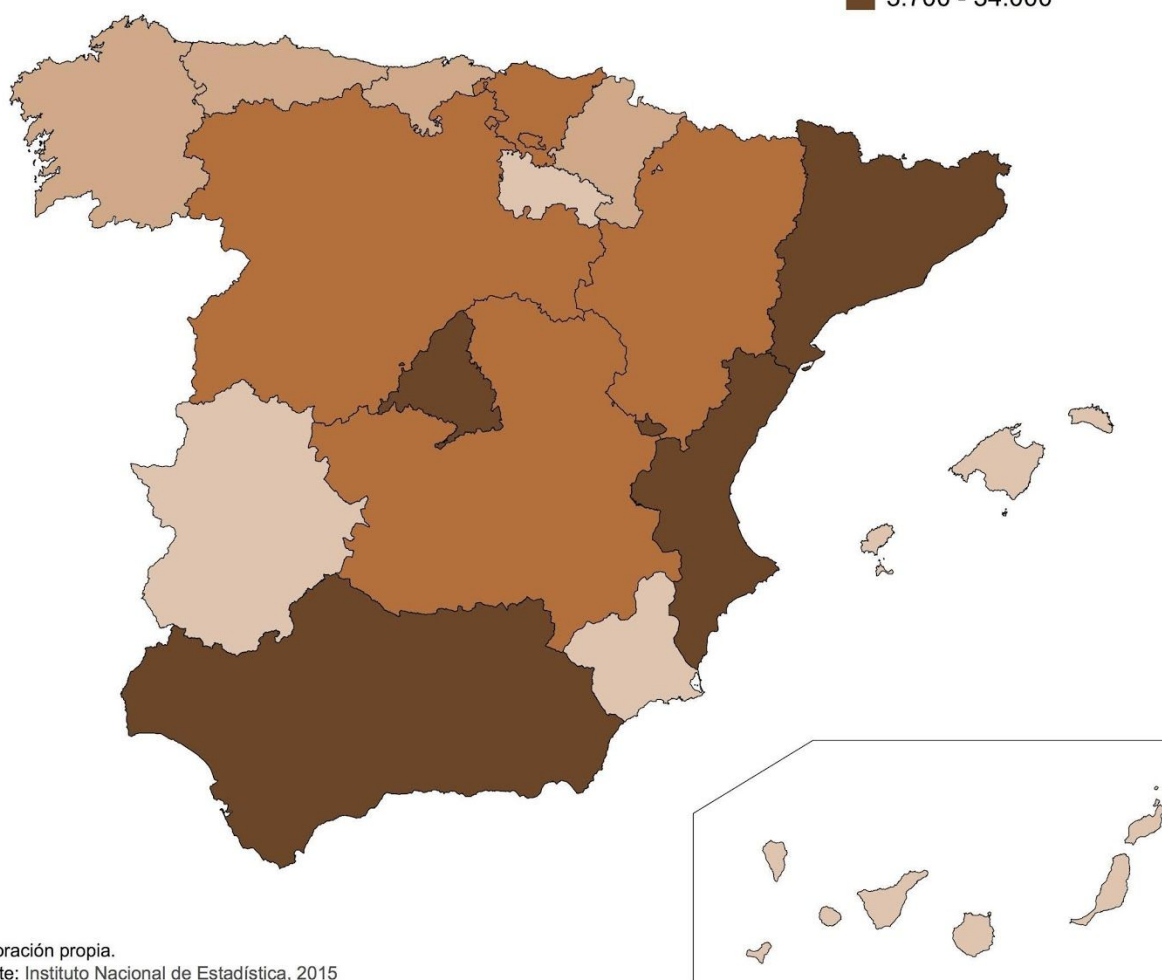
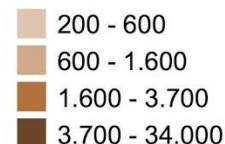
---

<sup>10</sup> “La industria química, segundo sector industrial de la economía española” ECOBIDON [disponible en <http://ecobidon.com/la-industria-quimica-segundo-sector-industrial-de-la-economia-espanola/>]

## Personal ocupado en la industria química española

Datos por Comunidades Autónomas

personas ocupadas



Elaboración propia.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2015

Mapa 2. Personal ocupado en la industria química española. Elaboración propia.

Una vez revisado el sector químico, debemos relacionarlo con los riesgos tecnológicos asociados a esta industria. El mapa del personal ocupado en la actividad química en la Península indica al mismo tiempo los lugares con mayor riesgo de sufrir accidentes químicos.

El último informe *Desastres naturales y tecnológicos*<sup>11</sup> elaborado por el Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (MAGRAMA) señala que en el periodo 1987-2012 se produjeron un total de 44 accidentes relacionados con la industria química. No es de extrañar que la primera región con más

<sup>11</sup> MAGRAMA (2012) "Informe Perfil Ambiental de España: Desastres Naturales y Tecnológicos" [disponible en [http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/desastres\\_naturales\\_y\\_tecnologicos\\_tcm7-303849.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/desastres_naturales_y_tecnologicos_tcm7-303849.pdf)]

incidentes graves sea también la primera región en número de instalaciones químicas: Cataluña ha sufrido 15 accidentes tecnológicos, un 34,1% del total.

El MAGRAMA define los accidentes tecnológicos contemplados en su Informe de 2012 como “los incluidos en el marco de la normativa Seveso, producidos en el desarrollo de actividades industriales (industria química, farmacéutica, energética, etc.), e incluyen operaciones de almacenaje, distribución o venta de materias y productos peligrosos”. Es decir, para catalogar estos accidentes hay que recurrir a la legislación que ampara la industria química y los problemas que acarrea, y no solo a la básica de accidentes laborales, debido principalmente a los importantes estragos que pueden originarse debido a negligencias humanas o fallos del sistema de seguridad y prevención.

### Accidentes producidos por actividades industriales (1987-2002)

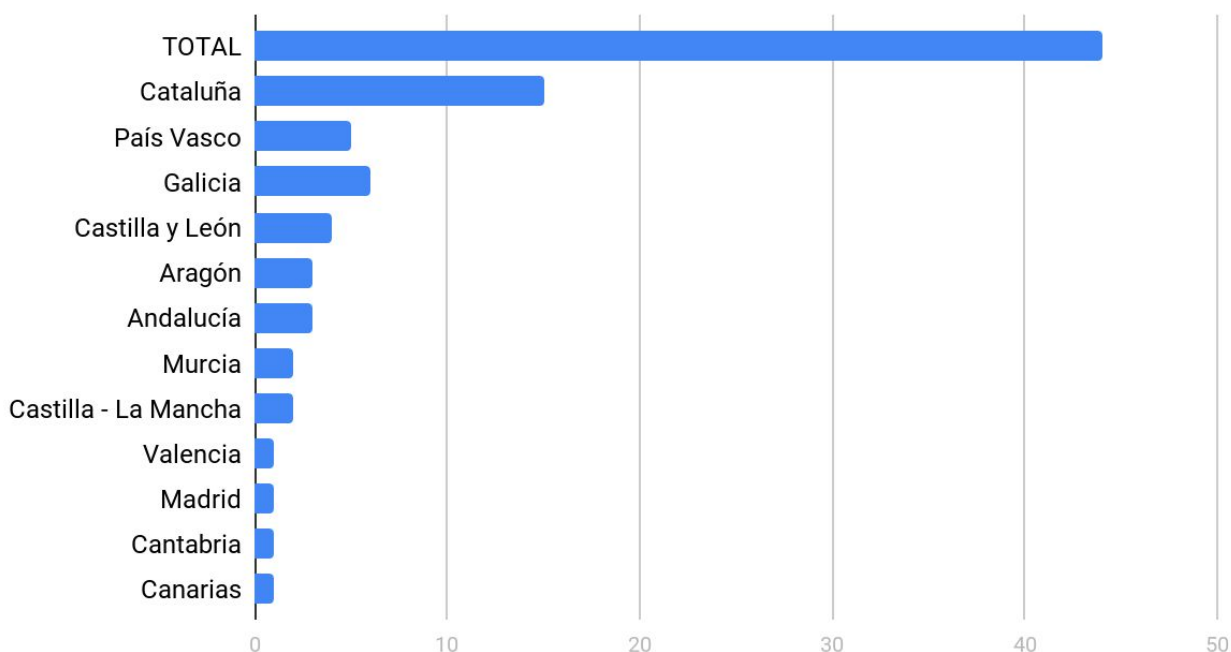


Gráfico 2. Historial de accidentes industriales. Elaboración propia. Fuente: Ministerio del Interior.

En el Gráfico 2 se observa que se triplica prácticamente el número de accidentes asociados a la ya mencionada normativa Seveso en Cataluña que en la siguiente comunidad con mayor número de accidentes, Galicia. Al observar los valores de producción se ve que está en consonancia con ella, así que en Cataluña no parece haber habido nada fuera de lo normal, sin embargo en Galicia, que no se acerca a ser de las comunidades con mayor producción de la industria química, sí posee el segundo puesto en el ranking de número de accidentes asociados a Seveso, al menos hasta 2012.

Acudiendo a otra fuente<sup>12</sup>, encontramos a un grupo de investigadores que afirman haber contabilizado hasta 90 accidentes desde comienzos del siglo XX en España. La mayor parte a partir de la década de los setenta. Según el Centro de Estudios del Riesgo Tecnológico (CERTEC) de la Universidad Politécnica de Cataluña, en el 29% de los accidentes de este tipo vividos en

<sup>12</sup> E. Planas, J. Arnaldos, R.M. Darbra, M. Muñoz, E. Pastor, J.A. Vilchez. “Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 28: 109-117, 2014



España no hubo víctimas, en el 63% se produjeron hasta diez muertes, en el 6% entre diez y cien, y sólo en el 2% más de 100 fallecidos.

La mayor parte de los accidentes tecnológicos de las industrias químicas (un 44%) tienen lugar durante el transporte de los productos, tanto en tierra como en mar. Es destacable el accidente del carguero panameño Casón en las costas de La Coruña en 1987, que se saldó con la muerte de 23 tripulantes y la evacuación de 20.000 personas por el riesgo de una nube tóxica. El barco transportaba mil toneladas de productos inflamables y nocivos. También hubo accidentes en el transporte de productos químicos en camión en 2011 (Lorca), 2002 y 1978 (Tarragona).

Como vemos, en Tarragona (una de las provincias con mayor número de superficie industrial dedicada al sector químico) se han producido varios accidentes. En 2002 un accidente de tráfico hizo explotar un camión, dejando un muerto, dos heridos graves y una decena de heridos leves. Pero fue en 1978 cuando, en la localidad de Alcanar, tuvo lugar el mayor accidente de la industria química en la historia de España. De nuevo un camión cargado de propileno licuado explotó, y se formó una nube inflamable que desgraciadamente se incendió, arrasando un camping cercano lleno de turistas. Murieron 217 personas.

Terminando con este negro repaso al historial de accidentes tecnológicos, podemos señalar otro tipo de incidente, esta vez no relacionado con el peligroso transporte. En el año 2003 un fallo eléctrico en la refinería de Repsol en Puertollano (Ciudad Real) provocó una liberación de gases que mataron a nueve trabajadores y dejaron varios heridos.

En definitiva, se comprueba una vez más (ver apartados 2.1, 2.2 y 2.3 para otros accidentes en el ámbito europeo) que los riesgos de la industria química se materializan en incidentes graves que ponen en peligro la vida de muchas personas. Es el propio historial de accidentes el mayor argumento para no dejar de preocuparse por la prevención y la seguridad en este importante sector industrial.

## 7. LA INDUSTRIA QUÍMICA EN ARAGÓN

Reduciendo la escala más al detalle, y siguiendo el objetivo de análisis de la industria, en este caso ya más concretamente de la industria química, es necesario detenerse en nuestra comunidad autónoma para observar las características de este subsector industrial. En Aragón encontramos una industria química representativa y con importancia relativa en la valoración de las actividades económicas que se desarrollan. En cuanto a la importancia de Aragón en el conjunto de España, para poder observar la representatividad de esta industria aragonesa química en España, se observa que ocupa el séptimo lugar en importancia de la industria química según el volumen de ventas, con más de 1.800 millones de euros producidos por el sector, que colocan a Aragón por delante de la mayoría de regiones, y sólo por detrás de Cataluña, Andalucía, Madrid, Valencia y las dos Castillas.

Estos 1.800 millones de euros representan el 3,2% del total del volumen de ventas en Aragón en el año 2014. Este valor no solo nos sirve para observar la importancia y relevancia del sector, sino que si acudimos a los datos históricos, se observa que en 2008 el porcentaje era de 2,9, es decir, a lo largo de los últimos años ha ido aumentando la importancia relativa del sector dentro de la CCAA.

### 7.1 Breve historia del sector en nuestra comunidad

Antes de listar el historial de fechas clave, es importante mencionar a la Federación de Empresas Químicas y Plásticos de Aragón (FEQPA) como organismo que en la actualidad se encarga de aunar a todo el sector en nuestra comunidad. Creada en el año 2003, la FEQPA está formada, entre otras, por la Asociación Profesional de Empresarios de Químicas, constituida en 1977, y actualmente engloba a más de doscientas empresas.

Para llegar a este momento de éxito empresarial y económico, el sector de la industria química ha tenido que progresar continuamente desde principios del S.XX, cuando se inició la implantación de las primeras empresas químicas, en Zaragoza capital y en Sabiñánigo.

El Plan de Estabilización aprobado en 1959 fue muy importante para el sector químico (y para toda la industria en general) y que generó un gran impulso económico y propició el crecimiento demográfico de la ciudad de Zaragoza, a costa en parte de la emigración del resto de Aragón. Esto hizo crecer el número de empleados en el sector.

Otro paso importante para la industria química aragonesa fue irónicamente un paso atrás para el sector en Zaragoza ciudad. La declaración en 1964 de Zaragoza como Polo de Desarrollo hizo cambiar el tejido industrial, dando importancia a sectores como la confección, la construcción y las industrias metálicas, en detrimento de la minería, el tabaco o la industria química. Esto hizo que el sector encontrará crecimiento fuera de la capital aragonesa, y por ello actualmente las comarcas aragonesas que más empleados tienen en el sector de la industria química son el Cinca Medio, la Ribera Baja del Ebro y el Bajo Cinca.

Por su parte Monzón, hacia mediados del siglo XX, sufrió una profunda transformación y pasó de una economía eminentemente agrícola a otra en la que la industria se convirtió en pilar básico.

Dos grandes factorías dedicadas a la metalurgia y a la química atrajeron mano de obra y, por tanto, población y riqueza, convirtiéndose en el mayor núcleo industrial de la provincia.

## 7.2 Explotaciones actuales y dimensión económica del sector

En términos generales, la industria es un sector de gran importancia en la Comunidad Autónoma de Aragón, ya que debido a su situación geoestratégica clave, combinado con la buena preparación de la población, crea un productivo tejido industrial, influido también por la ampliación de infraestructuras que la favorecen, sobre todo desde la instalación de la multinacional GM. Como se aprecia en el gráfico que se adjunta a continuación, la industria representaba el 16,3 % del Producto Interior Bruto en el año 2015, teniendo pocas variaciones en la actualidad.

Participación de la industria en el PIB de Aragón		
	<i>año 2015</i>	<i>variación con respecto al año anterior</i>
Número de empresas	6.677	-3,2%
Cifra de negocios	24.645.037€	-0.1
Personal ocupado	85.099	-1.9%

Tabla 3. Principales variables económicas de la industria en Aragón

Dentro de un variopinto listado de actividades industriales, encontramos la Industria Química. En la actualidad, el número de empresas del subsector químico no es muy grande, pero aún así se convierte en uno de los subsectores que mayor repercusión tiene tanto en número de trabajadores que emplea (4.703 trabajadores), como en el valor de la cifra de negocios (más de 1.686 millones de euros).

Para poder contextualizar hay que trazar una línea comparativa entre regiones para ver de manera proporcional la importancia relativa de la misma. Para esto mismo, se acude a los datos de los últimos años tanto de España, como marco en el que ampararse para la comparación, y los propios datos de Aragón. Para esto se ha recopilado el número de empresas que componen el sector:

REGIÓN	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ESPAÑA	3.997	3.839	3.803	3.715	3.641	3.606	3.645	3.565
ARAGÓN	136	133	138	127	131	131	133	130

Tabla 4. Número de empresas de la Industria Química en Aragón y España. Fuente: INE

A nivel evolutivo a lo largo del tiempo, se aprecia un decrecimiento del número de empresas que trabajan en el sector en ambas regiones. Además, para poder analizar de manera interna el sector, se han desglosado las principales actividades de la Industria Química, y en función del número de empresas que imperan en cada subsector, veremos el valor relativo tanto para España, como marco comparativo, y Aragón.

Para la elaboración de esta tabla han sido necesarios los datos del número de empresas de cada uno de los subsectores, y aplicando el porcentaje, usando como referencia los datos totales del sector, se ha conseguido referenciar estos valores relativos, por eso en la siguiente tabla, expresada toda ella en porcentajes, se aprecia que el 100% del sector lo componen el número total de empresas tanto de Aragón como de España, en cada uno de los años, para poder observar también en una escala temporal las variaciones en la importancia relativa de cada subsector.

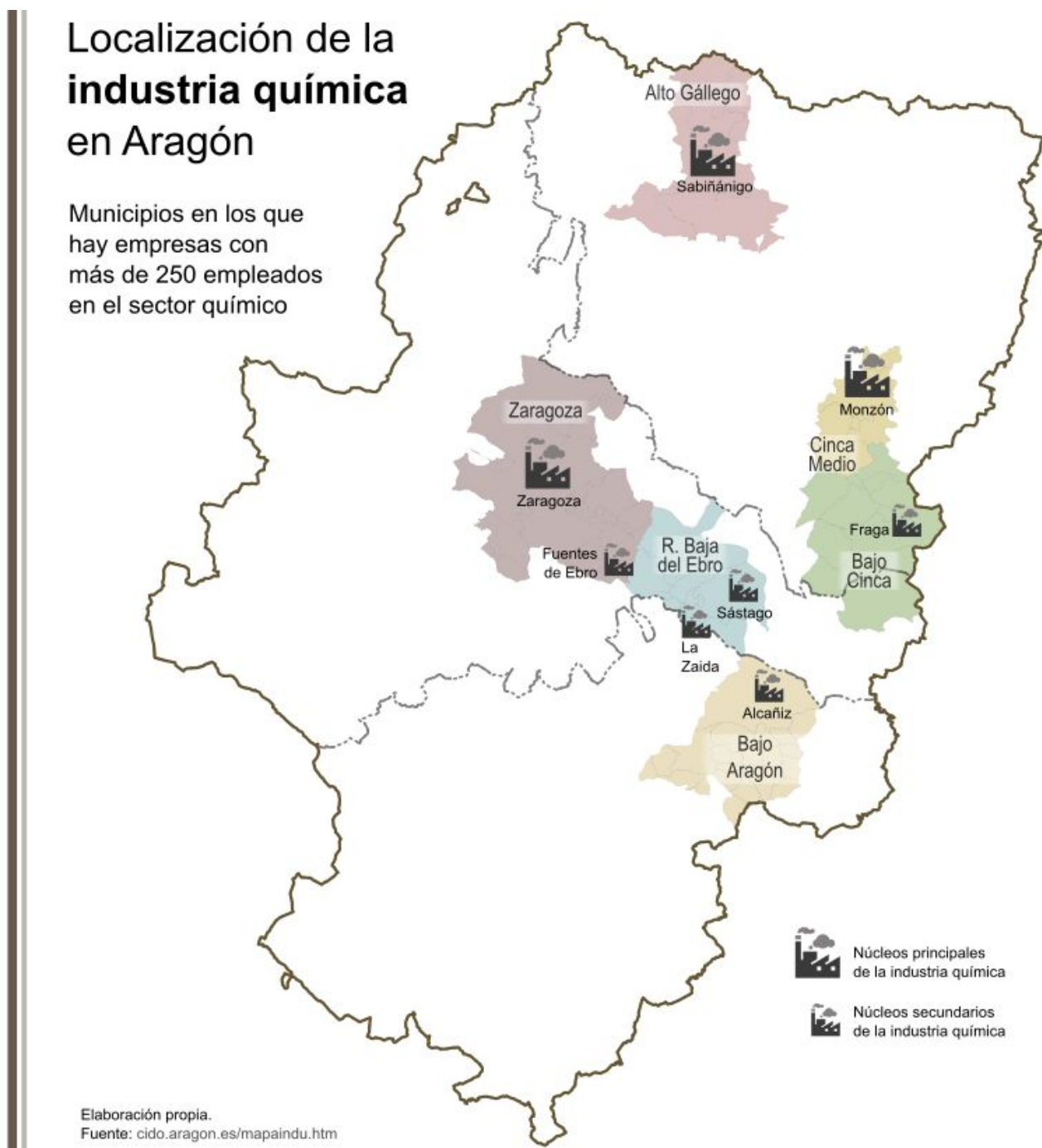
	REGIÓN	2016	2015	2014	2013	2012
Industria química	ESPAÑA	100	100	100	100	100
	ARAGÓN	100	100	100	100	100
Fabricación de productos químicos básicos	ESPAÑA	31	30	29	29	28
	ARAGÓN	41	44	45	45	45
Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos	ESPAÑA	2	2	3	3	3
	ARAGÓN	3	2	2	2	2
Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares	ESPAÑA	13	13	14	14	14
	ARAGÓN	12	11	11	13	13
Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza	ESPAÑA	31	31	31	31	31
	ARAGÓN	21	18	20	17	17
Fabricación de otros productos químicos	ESPAÑA	23	23	23	23	23
	ARAGÓN	20	20	18	17	17
Fabricación de fibras artificiales y sintéticas	ESPAÑA	1	1	1	1	1
	ARAGÓN	4	4	5	5	5

Tabla 5. Representación porcentual de la Industria Química en Aragón y España por sectores. Datos INE.

En el año 2016, último en los datos recogidos en el INE, se aprecia una mayor importancia relativa en el primer subsector, de Fabricado de productos básicos, etc. con número 201 en la CNAE. En este caso, el número de empresas es el más alto de ambas regiones, siendo una importancia relativa mayor la de Aragón (41%) que la de España (31%), es decir, en Aragón cobra mayor importancia este sector, si tomamos el número de empresas como referente, que en España.

El otro subsector que cobra una importancia relativa alta también es del fabricado de jabones y artículos de limpieza, con referencia 204 en la CNAE, donde Aragón (21%) cuenta con un menor grado de importancia relativa que España (31%), así que se deduce que este sector en Aragón cobra menor importancia, a pesar de que, al observar la secuenciación histórica del subsector, se ve un crecimiento relativo del mismo, en detrimento del primer subsector que hemos comentado, ya que los demás subsectores apenas varían en su importancia relativa.

A pesar de la diferenciación entre subsectores de la Industria Química, a la hora de tratar los riesgos que conlleva la misma, es mejor tener claro que esta misma se distribuye por distintos puntos de la geografía aragonesa. En el siguiente mapa tenemos indicadas los polos de desarrollo de esta industria dentro de la comunidad aragonesa.



Mapa 3. Localización de la industria química en Aragón. Elaboración propia.

El Mapa 3 refleja una gran diferencia entre municipios dentro de Aragón, y es un ejercicio importante contrastar estos detalles con datos del número de afiliaciones a la Seguridad Social por sectores, extraídos del Instituto Nacional de Estadística.

Orden	Municipio	Total	Industria química
1	Zaragoza	278.068	927
2	Barbastro	7.321	423
3	Sabiñánigo	3.051	337
4	Utrillas	1.231	259
5	Monzón	6.072	238
6	Mequinenza	824	182
7	Huesca	28.507	146
8	Zuera	4.975	112
9	Utebo	5.581	108
10	San Mateo	938	107

Tabla 6. Número de afiliaciones a la seguridad social en total y en la industria química.  
Fuente: IAEST según datos de la Tesorería General de la Seguridad Social, 2017

Municipio	%
Mequinenza	22,09
Utrillas	21,04
San Mateo	11,41
Sabiñánigo	11,05
Binaced	7,72
Mallén	7,03
Albalate de Cinca	5,92
Barbastro	5,78
Pinseque	4,12
Monzón	3,92

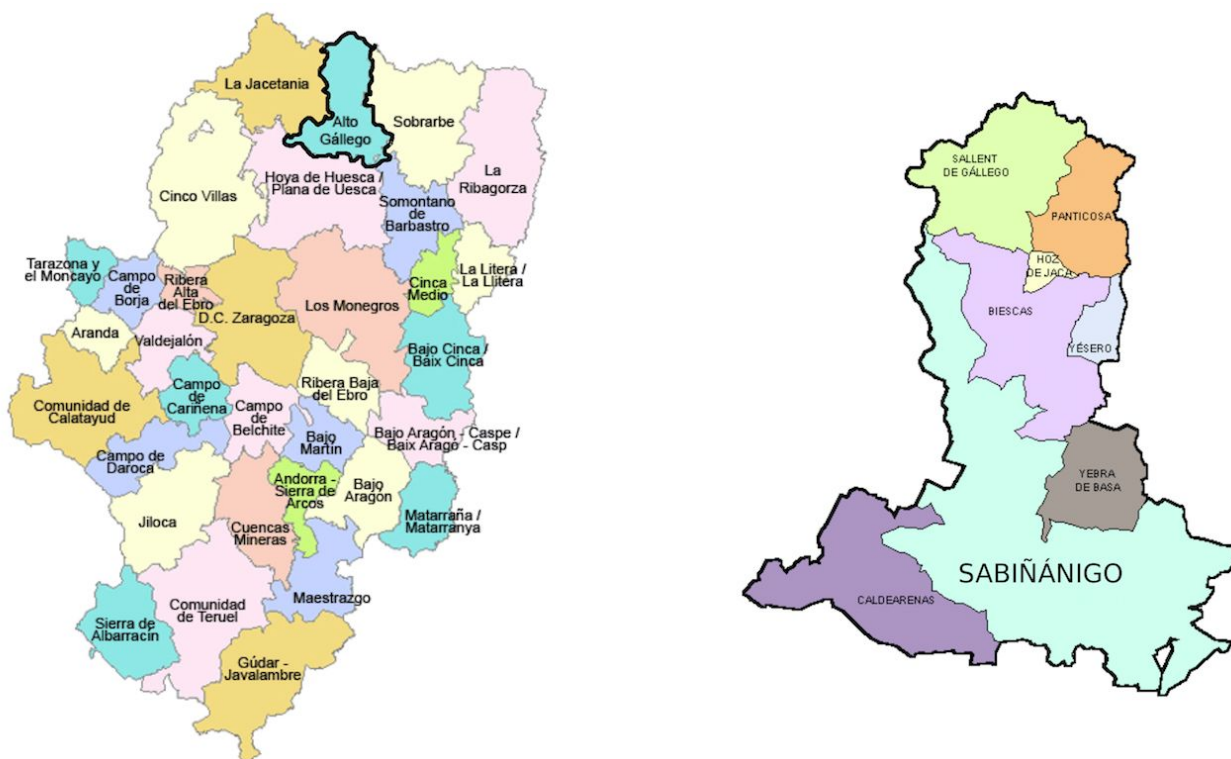
Tabla 7. Porcentaje de las afiliaciones en la industria química sobre el total de las afiliaciones en cada municipio.  
Fuente: IAEST según datos de la Tesorería General de la Seguridad Social, 2017

Debido a que la inclusión de todos los municipios se haría excesiva, puesto que muchos municipios no cuentan con representación de la industria química, se han realizado dos clasificaciones distintas que se reflejan en las dos tablas siguientes; en la tabla 7 vemos una clasificación de los 10 municipios con mayor número de altas de la seguridad social en el sector industrial químico, mientras que la tabla 8 refleja los 10 municipios que mayor porcentaje de afiliaciones a la Seguridad Social en el sector químico en comparación con el total de las afiliaciones.

### 7.3 El caso de Sabiñánigo

Con la intención de detallar mejor los mecanismos que amparan este tipo de industria y actividad económica y cómo repercute en la ordenación territorial, se va a escoger un ejemplo concreto de municipio afectado por la industria química. En este caso concreto de análisis se va a centrar la atención en el municipio de Sabiñánigo, en la comarca del Alto Gállego.

La elección está justificada por la gran repercusión que tiene Sabiñánigo en la región en la que se encuentra y, además, porque es más influyente este tipo de afecciones en un entorno con menor urbanización y número de población, como es el caso de este municipio del Pirineo, que en una capital metropolitana como Zaragoza.



Mapa 4. Localización de la Comarca del Alto Gállego y el municipio de Sabiñánigo

Sabiñánigo está situado en el norte de Aragón, en la zona del Pirineo alpino, concretamente en la comarca del Alto Gállego, lindando con grandes municipios del norte de la región como Jaca o Biescas. Tiene múltiples entidades de población supeditadas al núcleo principal del municipio, que es Sabiñánigo. Un detalle importante a tener en cuenta en cuanto a la ordenación territorial y medioambiental de este municipio es que parte de su superficie coincide con el Parque natural de

la Sierra y los Cañones de Guara, lo que implica una mayor acotación legislativa a tener en cuenta en los riesgos tecnológicos.

Está situado en lo que denominamos en el análisis como Diagonal Química de Huesca, compuesta por varios municipios; con Monzón y Barbastro, todos ellos con industria química en sus polígonos industriales. De este eje, es el municipio más representativo de este sector industrial químico, como se aprecia en la tabla de la importancia del sector en el subapartado anterior (11 % de afiliaciones de la seguridad social del municipio dedicados a este sector industrial). Este alto porcentaje de ocupación en un sector tan específico tiene su explicación, pues Sabiñánigo tiene una larga historia con la industria química, siendo este sector históricamente referente en la región.

Si atendemos a otros datos, como el Índice de Especialización (para medir el grado de especialización de entidades territoriales, obteniendo como resultado la determinación de cuáles son las actividades económicas que emplean una mayor proporción de la mano de obra), vemos que al observar la estructura productiva y renta de las comarcas aragonesas, con datos del IAEST de 2012, la industria química tiene un valor de 11,42 en este índice de especialización, lo que implica una alta especialización regional. Comparando con el resto de valores de los sectores de la Comarca del Alto Gállego, se observa una gran diferencia en estos valores de especialización, pues el sector que más se acercara sería el dedicado a Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento, reparación de artículos de uso doméstico y otros servicios, con un valor de 1,94 (IAEST 2012), es decir, a una distancia lejana de la especialización en Industria Química.

Hasta el año 2003 la empresa referente era Inquinosa, con la que hubo problemas de alteración y contaminación medioambiental muy graves. En la actualidad el sector químico en Sabiñánigo cuenta con otros referentes; Ercros, figurando como planta química, Bieffe Medital, como laboratorio químico, y otras empresas con menor relevancia económica, como fábricas de pintura (Artibal o Luis Arnal Sanagustin), o de gestión de residuos industriales (Gestión de Residuos Huesca S.A.). Mención especial merecen Aragonesas Industrias y Energía S. A. (AIESA) y Desarrollo Químico Industrial S. A. (DEQUISA) que son los que mayor repercusión tienen en el municipio tanto por la actividad, con mayor riesgo que las demás empresas, y por el tamaño que tienen en comparación a las demás.

Aparte de la producción económica, que no es el objetivo de estudio en este trabajo, hay que tener en cuenta la cantidad de población que vive alrededor de Sabiñánigo, y que debido a la peligrosidad de las industrias químicas, podrían verse afectadas por la mala gestión de la prevención de riesgos, y también de las actuaciones una vez se produzca el accidente.

Para intentar preservar de la mejor manera posible el patrimonio humano y medioambiental, se creó, por parte del Gobierno de Aragón el el DECRETO 279/2007, de 6 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencia Exterior de las empresas aragonesas Industrias y Energía S.A. y Desarrollo Químico Industrial S.A. de Sabiñánigo. Tomando estas dos como referente en el municipio por el potencial de riesgo que tienen, intentan amparar limitaciones en los polígonos industriales del municipio. Este mismo fue renovado hace poco por el DECRETO 151/2014, de 23 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de emergencia exterior de la factoría de ERCROS, S.A. en el Municipio de Sabiñánigo (Huesca).



## **8. ANÁLISIS DE RIESGOS TECNOLÓGICOS DERIVADOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA EN ARAGÓN**

Como hemos mencionado en el Apartado 1, el Gobierno de Aragón define 'riesgo' como la probabilidad de que se produzcan daños en un lugar concreto a causa de un fenómeno determinado. Con ello, para que exista un riesgo en una zona, se tiene que dar la situación de que (además de que efectivamente pueda ocurrir en ella), ésta debe ser sensible, vulnerable a dicho fenómeno. Precisamente por ello es muy necesario realizar un análisis de la vulnerabilidad del territorio, teniendo en cuenta tanto la dimensión medioambiental como la social.

### **8.1 Análisis de la vulnerabilidad territorial y social**

La comunidad autónoma de Aragón tiene unas características concretas que le aportan una escena única para evaluar la vulnerabilidad que supone la instalación de industrias susceptibles de sufrir algún accidente medioambiental o tecnológico.

En primer lugar, centrándonos en un aspecto meramente técnico, es importante resaltar la baja densidad de población que esta comunidad autónoma presenta. Esta densidad de población es el número de habitantes por kilómetro cuadrado de un territorio.

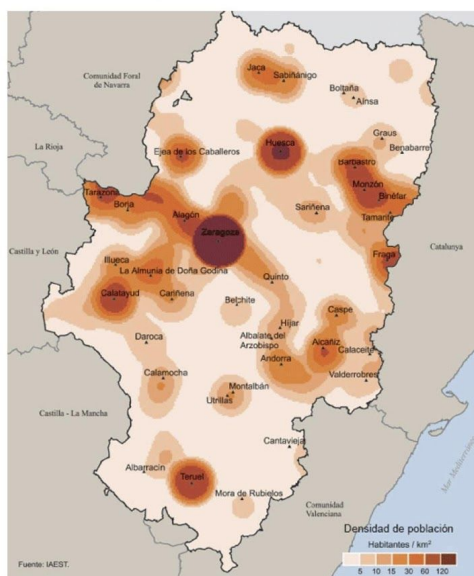
En el caso de Aragón el territorio es amplio, sin embargo la población es escasa, así que la densidad de población es de las más bajas de las comunidades autónomas con 26'8 hab./km<sup>2</sup>, mucho menor que la media española (88'4 hab./km<sup>2</sup>) y que la europea superando los 116 hab./km<sup>2</sup>. De las provincias, Teruel es la menos densamente poblada, con 9'6 hab./km<sup>2</sup> (densidad provincial mínima en España), seguida de Huesca con 13'9 hab./km<sup>2</sup>. Estas dos provincias han perdido densidad en el último siglo mientras que Zaragoza (53'1 hab./km<sup>2</sup>) ha ganado, aunque este dato es engañoso porque se concentra la gran mayoría en la capital aragonesa.

Este análisis de la densidad ya nos puede mostrar que uno de los puntos en los que mayor riesgo de accidente existe en Aragón es si localizamos estas industrias alrededor de Zaragoza, pues al ser plausible la afección de un gran número de habitantes, nos hace que sea mayor el riesgo, mientras que si lo localizamos en las zonas más despobladas, nos permitiría reducir el riesgo.

En segundo lugar, y en consonancia con la densidad de población, encontramos la importancia de las redes de conectividad en el transporte, que, obviamente, se encuentran mucho más optimizadas y mejores conforme mayor es el núcleo de población y mayor número de población es susceptible de utilizarlo. Esto significa que hay que encontrar para estas empresas un punto medio en el que en case de riesgo afecte al menor número de población posible, pero a su vez que tenga un acceso correcto a la red de carreteras o ferroviario.

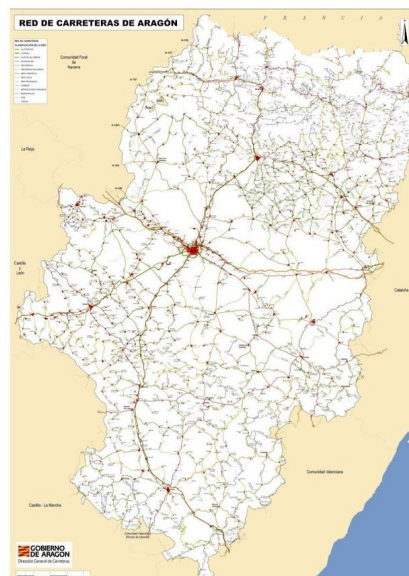
Al observar los mapas de Aragón que se presentan a continuación se observa que los principales ejes de transporte, susceptibles de ser utilizados para el transporte de mercancías, están justo en las zonas más densamente pobladas de Aragón, tanto las capitales provinciales como el eje suroeste y el este-oeste que conecta con Barcelona y Madrid respectivamente.

### densidad de población



+

### red de carreteras de Aragón



Mapa 5. Densidad de población y red de carreteras en Aragón

Al observar los dos mapas de Aragón, el primero con la red de transportes y el segundo con la densidad de población, podemos encontrar los puntos óptimos dentro de Aragón para instalar estas industrias minimizando el riesgo de accidente y a la vez instalándose en puntos bien conectados.

En el eje Zaragoza-Teruel, encontramos grandes zonas con estas características, y podrían ser una buena zona para afectar al mínimo de población posible, teniendo además conexión cercana con Zaragoza, y por defecto a Madrid y Barcelona, y a su vez con Valencia hacia el sureste, por ejemplo.

Además de esta situación territorial y de ordenación de la industria, hay que tener en cuenta también la opinión de los habitantes de esos territorios. Pese a que la población está informada sobre la naturaleza de los riesgos, al mismo tiempo existe una elevada aceptación social, no solo por la poca frecuencia que se producen estos accidentes, sino también porque el propio sector industrial ha sabido comercializar mejor entre la población la seguridad de las industrias químicas.

Por poner un ejemplo contrapuesto, la energía nuclear, materializada en centrales nucleares o en cementerios nucleares para los detritos radioactivos, constan de una mala fama que hace que cuando se planifique la instalación de uno en un territorio, suele encontrar una fuerte oposición, mientras que la industria química no suele plantear ningún prejuicio hacia la población, a pesar de ser más frecuentes los accidentes.

Gracias al trabajo de Manso de Zúñiga (2014), encontramos recogidas impresiones sobre la comunicación bidireccional entre ciudadanos e instituciones en cuanto a la conciencia sobre los riesgos tecnológicos. En este caso corresponde a una región francesa, por lo que no debería ser extrapolable a una región diferente, pero a falta de un análisis en Aragón, podemos generalizar alguna de las ideas.

Por ejemplo, en referencia a la actuación de la administración, se remarca en este documento la necesidad por parte de estas instituciones a todas las escalas, estatal, regional y local de re-sensibilizar a los ciudadanos, puesto que cuando se es consciente de los riesgos, se pueden aplicar mejores medidas preventivas, y en el caso de accidente, la aplicación de protocolos de seguridad, siendo este de dominio público.

## 8.2 Valoración de riesgos

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) español define los accidentes graves como cualquier suceso (como una emisión en forma de fuga o vertido, incendio o explosión importantes) que sea consecuencia de un proceso no controlado durante el funcionamiento de cualquier establecimiento al que sea de aplicación el Real Decreto 1245/1999 que suponga una situación de grave riesgo, inmediato o diferido, para las personas, los bienes y el medio ambiente, bien sea en el interior o exterior del establecimiento, y en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas.

Pero más allá de definiciones, que ya hemos repasado durante este trabajo, lo importante en este apartado es atender a las formas en las que se cuantifican, categorizan y valoran los riesgos de la industria química. Por ejemplo, el Ministerio de Ecología, Desarrollo y Energía francés clasifica los daños industriales teniendo en cuenta dos variables: los daños humanos (heridos, muertos) y los daños materiales (cuantificados en miles o millones de euros). De esta manera tiene una tipificación de los riesgos que va desde el rango de incidente hasta el de catástrofe mayor, pasando por distintos tipos de accidentes.

	<i>TIPO</i>	<i>DAÑOS HUMANOS</i>	<i>DAÑOS MATERIALES</i>
0	Incidente	ningún herido	menos de €300.000
1	Accidente	1 o varios heridos	entre €0,3 y €3 millones
2	Accidente grave	de 1 a 10 muertos	entre €3 y €30 millones
3	Accidente muy grave	de 10 a 100 muertos	entre €30 y €300 millones
4	Catástrofe	de 100 a 1.000 muertos	entre €300 y €3.000 millones
5	Catástrofe mayor	más de 1.000 muertos	más de €3.000 millones

Tabla 8. La escala de gravedad de los daños en un accidente industrial según la legislación francesa  
Fuente: MANSÓ DE ZÚÑIGA, M. (2014)

Esta clasificación sirve para categorizar los accidentes industriales, y da buena cuenta del nivel de riesgo que se vive en cada localización: no es lo mismo una instalación que ha tenido algunos incidentes o accidentes normales que otra que haya sufrido una catástrofe. El tipo de daños afecta a las medidas de seguridad que se toman, y éstas suponen un buen medidor de la valoración de riesgos.

En el caso de España no encontramos una relación de daños, tanto humanos como materiales, y la calificación de este accidente, aunque esta tabla utilizada en Francia podría ser extrapolable a cualquier región.

Estos desastres tecnológicos interrumpen la vida normal (pueden tener alerta previa o no) y no tienen porqué causar muertos necesariamente: pueden ser heridos o damnificados. Y aun en el caso de que no llegue a haberlos, puede darse el caso de que el accidente provoque la necesidad de evacuación de un número importante de personas, y que produzca graves afectaciones económicas: que ocasionen la contaminación de objetos, personas o territorios y que requieran de acciones de emergencia mediante procedimientos normales o especiales.

Los desastres tecnológicos son originados por la acción directa del hombre, y encontramos de distinto tipo; accidentes catastróficos del transporte (marítimos, aéreos y terrestres), accidentes con sustancias peligrosas, explosiones de gran magnitud, derrames de hidrocarburos, incendios de grandes proporciones en instalaciones industriales y edificaciones sociales, derrumbes de edificaciones y la ruptura de obras hidráulicas. Por esto la valoración de los riesgos es muy complicada de analizar y solo es capaz de ser contabilizada a posteriori, no se pueden intuir los daños que pueden causar.

Como hemos comentado, la mejor manera de minimizar los daños de los accidentes tecnológicos es la prevención, localizando las industrias susceptibles de causar grandes daños a distancias prudenciales de los núcleos urbanos, para, en caso de ocurrir estos desastres, minimizar los daños.

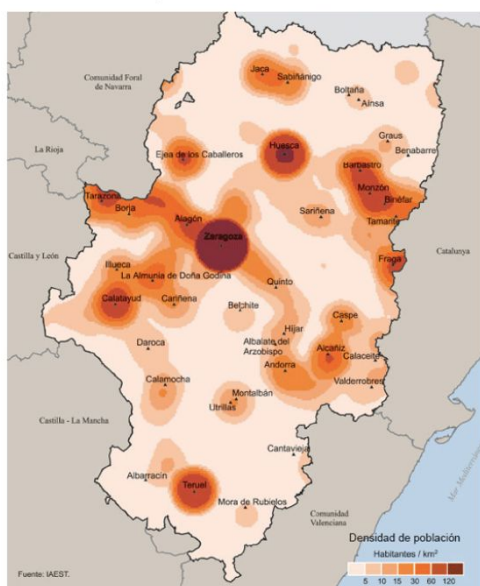
### **8.3 Cartografía de riesgos**

Un mapa de riesgos tecnológicos de Aragón, documento que no existe en la actualidad, permitiría inicialmente un reconocimiento de las distintas amenazas que existen en nuestra Comunidad y la evaluación de los riesgos. Se abordarán los siguientes objetivos:

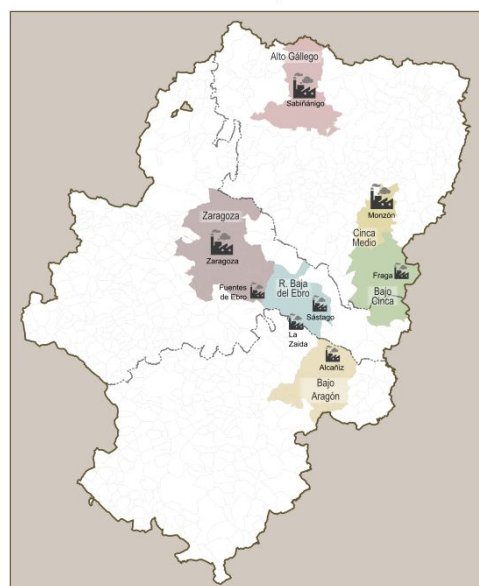
1. Identificar las amenazas presentes en cada una de las empresas del sector químico
2. Evaluar cada uno de los riesgos tecnológicos presentes en las empresas
3. Determinar las zonas y población (laboral y civil) que potencialmente puedan estar expuestas a las amenazas identificadas

Sin pretender en este trabajo realizar una cartografía con tanta precisión (puesto que no tenemos la base de datos necesaria para ello), sí se va a intentar elaborar un mapa que refleje los principales “puntos calientes” en Aragón, a partir de dos variables que sí conocemos y que permiten hacerlo: la localización de la población y la localización de la industria química. Allí donde ambas variables coincidan geográficamente, podremos decir que existe un mayor riesgo.

### densidad de población



### localización de la industria química



+

Mapa 6. Densidad de población y localización de la industria química en Aragón.

El siguiente mapa representa la susceptibilidad de riesgo tecnológico en territorio aragonés. Está elaborado a partir de los municipios que tienen polígono industrial y se ha trazado tres contornos diferentes; el primero de ellos a un kilómetro a la redonda del polígono industrial, que sería la zona de mayor afección tendría en caso de ocurrir un accidente.

El segundo contorno delimitado, en color fucsia o rosa oscuro, representa un contorno a 5 kilómetros de distancia de los núcleos con polígono industrial. Por último, el color más claro dentro de los contornos representa una distancia de 10 kilómetros con estos polígonos industriales, es decir, una zona que podría resultar afectada en caso de accidente grave, pero poco susceptible de ser afectada.

## mapa de puntos calientes en Aragón

Zonas con importante  
implantación de empresas  
del sector químico, densidad  
de población y nivel de  
riesgo según la  
normativa Seveso



nivel de riesgo según  
la normativa Seveso



Elaboración propia.

Fuentes: Departamento de Política Territorial, Gobierno de Aragón

Mapa 7. Municipios aragoneses con industria química y nivel de riesgo que entrañan según la normativa Seveso y el Departamento de Política Territorial. Elaboración propia.

Como se puede observar en el mapa, existe una concentración del sector químico en la mitad oriental de la Comunidad de Aragón, especialmente densa al sureste de Zaragoza capital, donde se agrupan entre tres y cuatro polígonos industriales de importante tamaño con varias empresas químicas: Fuentes de Ebro, Sástago, La Zaida y Alcañiz.

A la vista de la cartografía resultante hemos diferenciado dos “zonas de riesgo químico”, por un lado el Corredor del Valle del Ebro y por otro lo que hemos denominado la Diagonal Química de

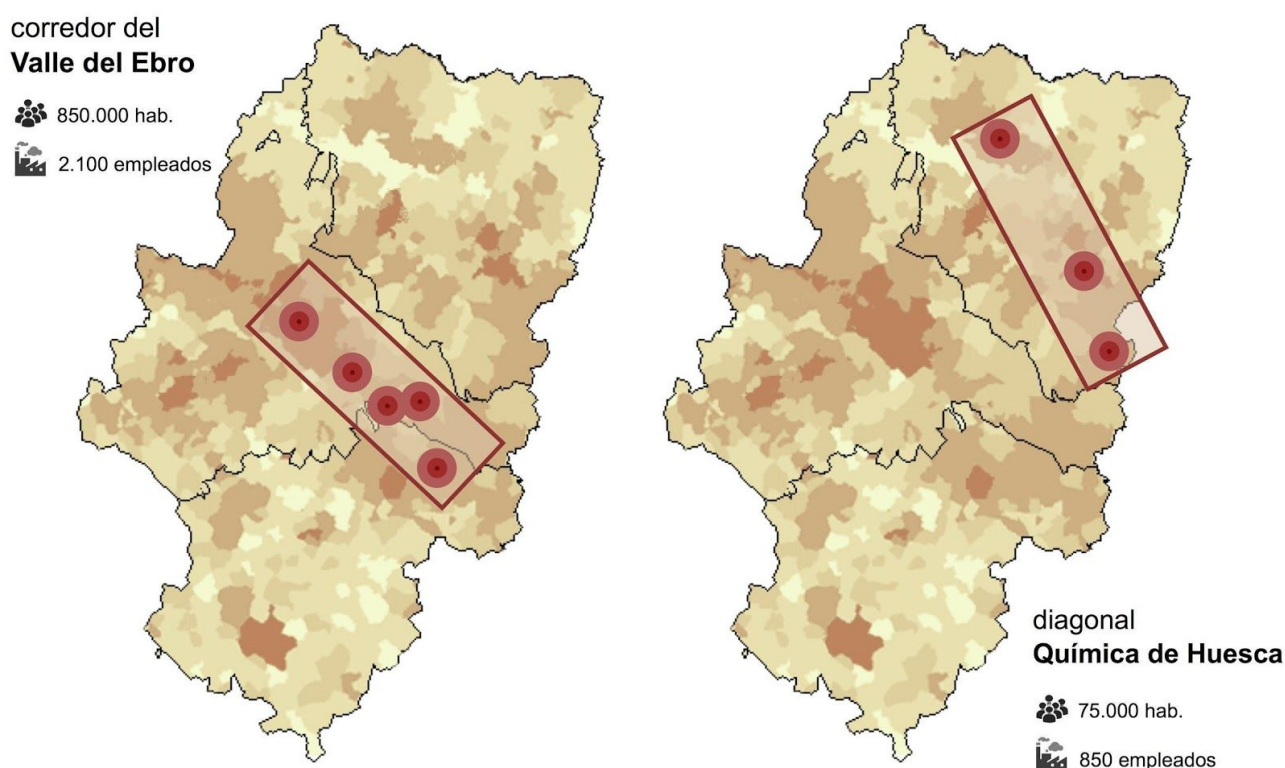


Huesca. Ambos sectores aragoneses son zonas donde las autoridades deberían prestar atención y valorar las posibles actuaciones de prevención que más adelante se proponen (apartado 8).

La Diagonal Química de Huesca se traza desde el polígono industrial de La Fosforera, en Sabiñánigo, en pleno Pirineo, hasta la zona industrial de Fraga, en el Bajo Cinca. El rango de afección incluye a importantes municipios como Barbastro o Monzón, en un área con una población aproximada de 75.000 habitantes, una tercera parte de la Provincia entera.

Es sin duda una zona de riesgo, ya que como hemos visto los accidentes tecnológicos en las empresas químicas son puntuales en las instalaciones, pero afectan a muchos kilómetros a la redonda si se producen, como suele ocurrir en todas las desgracias químicas, nubes de gases tóxicos. Por ese motivo una población con menor importancia relativa en cuanto a población del sector químico, como Barbastro y sus más de 16.000 habitantes, sí están en riesgo, por vivir a 15 km de Monzón, una de las capitales del sector en Aragón.

Además de estos habitantes que serían afectados en caso de accidente, hay un sector de la población aún más vulnerable a esta industria; los propios trabajadores de las factorías químicas. En Aragón existen, según el Directorio Central de Empresas y el Instituto Nacional de Estadística, un total de 149 empresas dedicadas a la industria química<sup>13</sup>.



Mapa 8. Principales zonas químicas de Aragón. Elaboración propia.

<sup>13</sup> Más datos en el documento disponible en [http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/InstitutoAragonesEstadistica/Documentos/docs/Areas/DatosBasic/2011\\_Actualizados/DBA\\_Wb.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Organismos/InstitutoAragonesEstadistica/Documentos/docs/Areas/DatosBasic/2011_Actualizados/DBA_Wb.pdf)

Lo que hemos llamado el Corredor del Valle del Ebro es la principal zona de producción de la industria química en nuestra Comunidad. Se han podido contabilizar numerosas empresas del sector, es decir, empresas que tienen un riesgo de accidente tecnológico por la naturaleza de los productos con los que trabajan. Tantas empresas en una zona además densamente poblada (en comparación con el resto del territorio aragonés) hacen del Corredor un espacio de gran vulnerabilidad.

Encontramos puntos calientes en Alcañiz, Sástago o la propia ciudad de Zaragoza. Alrededor de 850.000 personas viven en el radio de afectación de esta gran zona industrial. Un accidente químico en una empresa de Fuentes de Ebro podría reclamar la evacuación de decenas de miles de personas en el área metropolitana de Zaragoza.

En los dos ejes de la Industria Química en Aragón, como hemos dicho anteriormente encontramos 149 empresas empleando 4.700 trabajadores, siendo este un número alto de personas susceptibles de sufrir un accidente tecnológico de manera directa.

El Corredor del Valle del Ebro cuenta con una mano de obra en el subsector de la Industria química de 2137 trabajadores, siendo la mayoría de la comarca de Zaragoza (1417 trabajadores), aunque incluyendo también la comarca de Ribera Baja del Ebro (220 trabajadores) y Bajo Aragón (50) trabajadores. El otro eje, de la Diagonal Química de Huesca aporta mano de obra de las comarcas de Comarca del Alto Gállego (326 trabajadores en la industria química), Comarca del Bajo Cinca (206 trabajadores) y la Comarca del Cinca Medio (322 trabajadores).<sup>14</sup>

Estos puntos clave a tener en cuenta en cuanto a los accidentes tecnológicos que pueden tener lugar están especialmente controlados por parte de los organismos públicos que ostentan las competencias al respecto. Para este fin, se diseñan diferentes documentos legislativos que pretenden preservar el orden y la seguridad en el entorno de estos puntos que figuran en los polígonos industriales.

## **8.4 El caso de Sabiñánigo**

Sabiñánigo tiene una larga historia con la industria química. Por un lado, entre 1970 y 1980 fueron arrojadas entre 115.000 y 160.000 toneladas de residuos tóxicos de la producción de lindano en dos vertederos del municipio, lo que ha provocado que tanto los suelos como los vertidos fluviales estén altamente contaminados. La empresa Inquinosa abandonó su actividad económica, pero no sus responsabilidades jurídicas.

Desde 2004, los técnicos del Gobierno de Aragón han conseguido extraer mediante bombas neumáticas 20 toneladas (unos 20.000 litros) de este compuesto químico, filtradas a las aguas subterráneas. Extraen el líquido a una profundidad de hasta 40 metros con extremo cuidado, porque algunos de sus componentes químicos para colmo son muy inflamables. La empresa, Inquinosa, es la que en la actualidad se ve sometida a las protestas populares por el famoso lindano y la contaminación del río Gállego.

---

<sup>14</sup> Datos comarcales que encontramos desglosados en <http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Institutos/InstitutoAragoneseEstadistica/AreasGenericas/ci.EstadisticaLocal.detalleDepartamento>



Con estos precedentes, el Gobierno de Aragón diseña diferentes formas legislativas para recoger la protección de este tipo de localizaciones industriales. En este caso concreto, encontramos el DECRETO 151/2014, de 23 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de emergencia exterior de la factoría de ERCROS, S.A. en el Municipio de Sabiñánigo (Huesca).

Este plan viene en consecuencia a la Ley 30/2002, de 17 de diciembre, de Protección Civil y Atención de emergencias de Aragón que obliga al Gobierno de Aragón a elaborar planes de actuación de Protección Civil para evitar o minimizar determinados riesgos que puedan llegar a desembocar en emergencias que afecten al territorio de la Comunidad Autónoma, entre los cuales se encuentra el denominado riesgo químico.

En primer lugar, este Plan de Protección Civil localiza de manera exacta las dos factorías a las que compete la regulación, marcando con coordenadas geográficas el epicentro del riesgo, remarcando la actividad concreta a la que se dedica cada una, y resaltando las cualidades empresariales de cada factoría (número de trabajadores, volumen de la factoría de manera física con las características de las naves industriales, etc.), pero a su vez no se pone especial interés en controlar la urbanización en las cercanías de los emplazamientos industriales clasificados como peligrosos, para limitar la densidad de población y evitar la exposición excesiva a un fenómeno peligroso.

La ley de 22 de julio de 1987, sobre la prevención de riesgos mayores, dictamina que los municipios deben tener en cuenta los riesgos en sus documentos de planificación urbanística, pero a la vez cuando se retratan estos decretos como el de Protección Civil, donde se baja a escala en detalle para la prevención, se omite, ya sea porque ya existía la organización urbanística antes, o por comodidad para las administraciones públicas y privadas.

Al observar este plan de Protección Civil y Atención de emergencias de Aragón, como ya hemos dicho, se omite en gran parte todo el apartado de prevención, también porque no compete a un plan de protección civil esta misma responsabilidad, y debería ser la Administración Pública en la propia Ley 30/2002 del gobierno de Aragón en la que se trate. Como referencia tenemos el derecho francés, que mediante la ley del 22 de julio de 1987 alude a la necesidad de la población a conocer todos los peligros de la situación de su entorno de la vivienda, y por ello, necesita información de la producción de las factorías, de actuar en caso de emergencia, etc.

En el caso de Sabiñánigo, se echa de menos que no se imparta a los vecinos un reconocimiento de la factoría, y por supuesto la exposición, mediante actos aptos para el grueso de la población, es decir, con un lenguaje divulgativo que todos entiendan. Esto debería venir recogido en un documento legal, que se desarrollase previo al Plan de Protección Civil, que se centra más en la actuación posterior al desastre, y omite la información a los habitantes, a no ser que estos mismos se nutran de los textos legales.

A pesar de no contar con este control urbanístico, si se propone de manera posterior el organigrama para coordinar la ejecución del Plan:

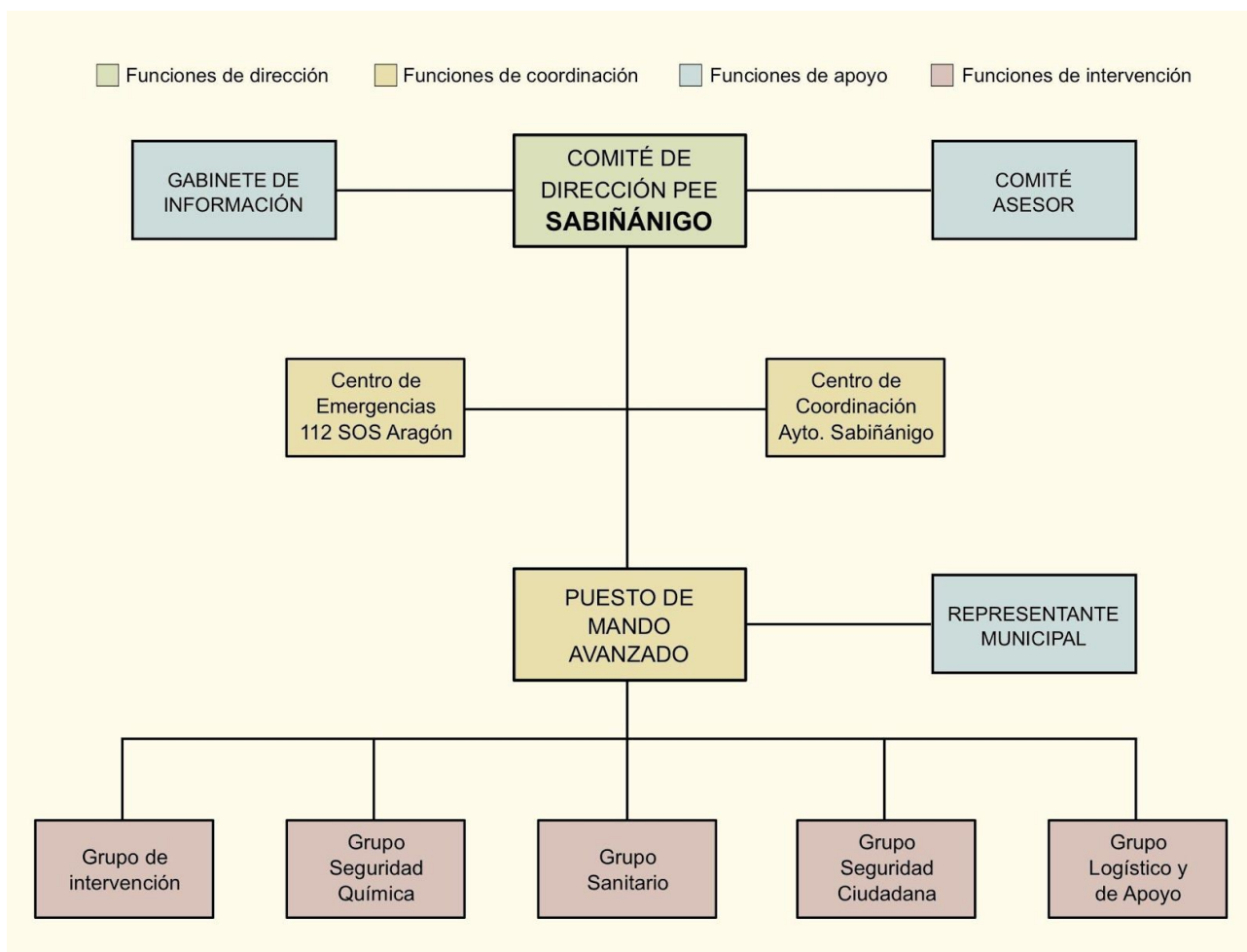


Gráfico 3. Organigrama operativo del PEE del área industrial de Sabiñánigo.  
Elaboración propia a partir del DECRETO 279/2007, de 6 de noviembre, del Gobierno de Aragón

Además, este Decreto explicita también las acciones que se han de llevar a cabo en caso de riesgo por cada uno de estos grupos operativos, y de los miembros de los mismos, además de los integrantes responsables de las empresas que se acojan a la legislación, así quedan definidas las misiones para el Comité de Dirección o el Grupo de Seguridad Química. Hay que tener en cuenta que en esta legislación no se ampara solamente las funciones una vez ocurrido el desastre, sino las funciones para prevenir el riesgo, que son más importantes por la cualidad de poder evitar el accidente.

Aún así el Decreto 279/2007 propone una distinción entre los accidentes posibles, dependiendo de la gravedad del impacto:

*“Categoría 1: Aquellos accidentes que tengan como única consecuencia daños materiales en las instalación accidentada. No hay daños de ningún tipo en el exterior de la instalación.*

*Categoría 2: Aquellos accidentes que tengan como consecuencias posibles víctimas y daños materiales en la instalación. Las repercusiones exteriores se limitan a daños leves o efectos adversos sobre el medio ambiente en zonas limitadas.*

*Categoría 3: Aquellos accidentes que tengan como consecuencias posibles víctimas, daños materiales graves o alteraciones graves del medio ambiente en zonas extensas, en el exterior de la instalación industrial.”*

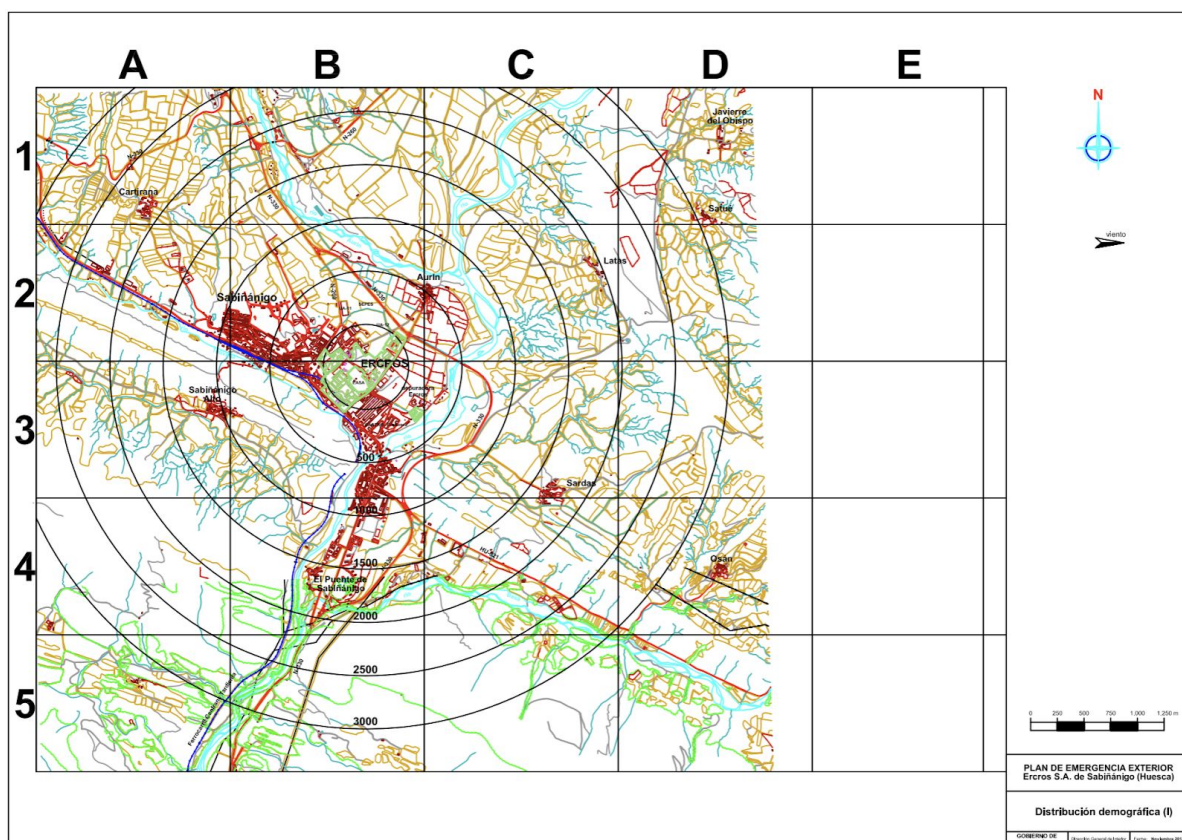
#### Artículo 4. Operatividad del Plan de Emergencia Exterior. Decreto 279/2007

Al igual que esta clasificación en función de los daños que se provoquen una vez ocurrido el accidente tecnológico, se clasifican también otros eventos como la coordinación de los grupos de acción, las responsabilidades y el punto final a la emergencia química, en uno de los párrafos del Plan de Emergencias.

Además del texto principal, encontramos adjunto a este, una serie de Anexos que pretenden pormenorizar en los detalles de los riesgos y accidentes que puedan provocarse en Sabiñánigo fruto de estas dos factorías químicas.

El **Anexo A**, titulado “Ámbito Geográfico”, recoge una descripción tanto de los factores físicos (topografía, geología, climatología, ...) y humanos (demografía, redes de asistencia sanitaria, ...). Dentro de este documento encontramos mucha información, aunque observando de manera crítica este mismo, se observan algunas lagunas dentro del Plan.

- Una propuesta interesante la encontramos en el Apartado 2, donde para describir la población que podría verse afectada por el accidente tecnológico, lo hacen ajustándose a distintos radios de afectación, siendo menos susceptibles de sufrir daños graves los que más alejados se encuentran.
- Además remarcan diversas instalaciones críticas en caso de accidente, como los centros educativos de la región (institutos de educación secundaria obligatoria, conservatorios de música, colegios de primaria...) o puntos que congregan a numerosa población (campo de fútbol, gimnasio, instalaciones públicas...). o los elementos que representan patrimonio natural, cultural o histórico. Este Anexo describe de manera muy concreta el ámbito geográfico del entorno de Sabiñánigo, pero precisamente ese es el principal problema, ya que únicamente se limita a describir, sin explicar cómo afectan cada uno de los factores que describen en la prevención de accidentes tecnológicos, o la reacción a seguir en el caso de producirse.
- En el apartado 12 de este Anexo A, se recogen diversas cartografías para delimitar la zona que podría tener afección en caso de accidente. Por una parte encontramos la localización del municipio de Sabiñánigo, tanto en la comarca del Alto Gállego, como a escala más detallada con las instalaciones que encontramos dentro del municipio. Otra de las cartografías marca las vías de comunicación que podrían verse afectadas, y a la vez, que estas mismas pueden servir de evacuación y de llegada de servicios de emergencias. Uno de los mapas más interesantes es el que marca con una serie de círculos concéntricos (*buffer*) los distintos límites de niveles de afección, cada 500 metros, en una cartografía del capital humano de la región.



El **Anexo B**, titulado “Descripción de las instalaciones y del proceso industrial”, que recoge estos dos ámbitos que explicita en el título del anexo.

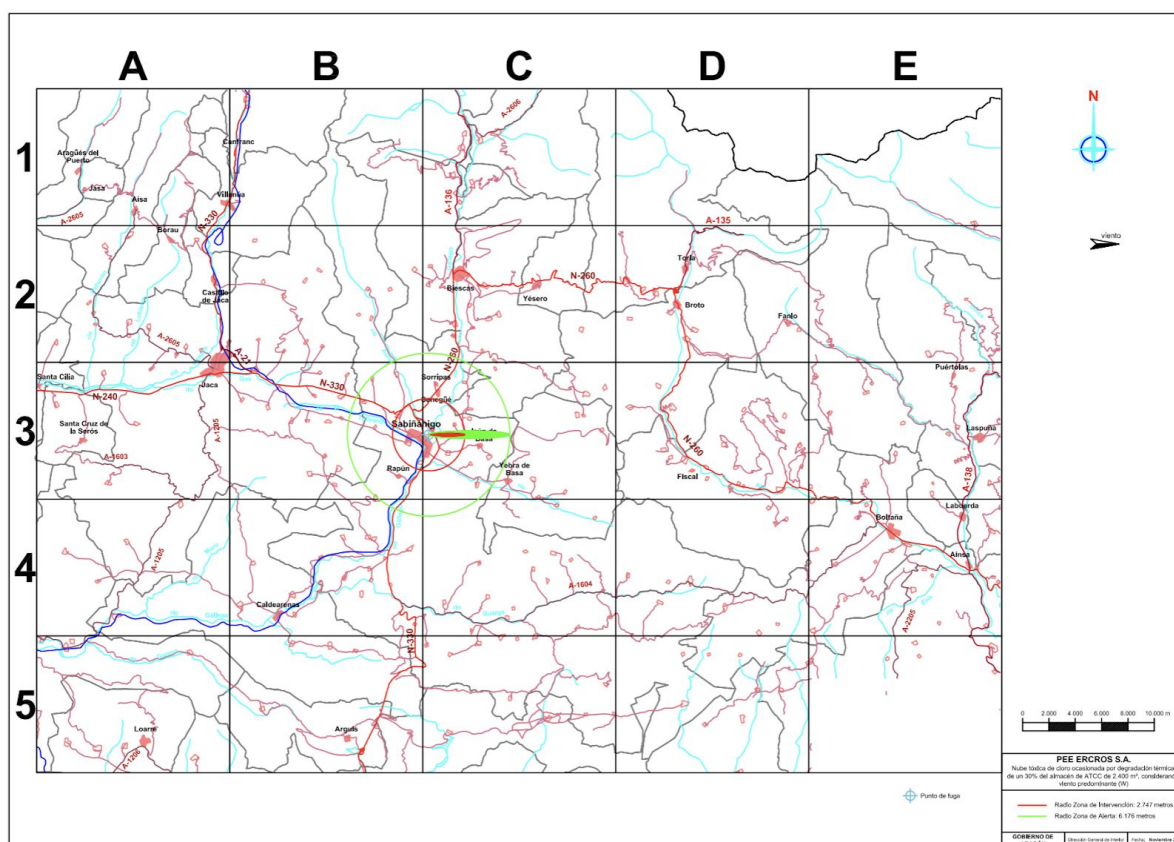
- En este caso era importante revisarlo por las instalaciones que la empresa recoge en su competencia, ya que tanto la propia factoría, como los almacenes o incluso las redes de distribución, tanto para la recepción de bienes de empresa como la salida de producto, poseen mayor o menor factor de riesgo tecnológico.
- Uno de los elementos más importantes a la hora de observar el documento es el Apartado 2, donde se describen los procesos que se llevan a cabo en la empresa, pues también explicita los materiales y elementos con los que se trabaja, teniendo de esta manera localizados geográficamente los lugares más susceptibles de provocar accidentes.
- En el Apartado 3 continúa con la descripción de los elementos y sustancias que intervienen en la producción de la factoría, describiendo el riesgo de cada una de ellas. Este detalle, a diferencia del apartado anterior, nos permite ver en el documento el riesgo de cada uno de sus elementos, y además los pone en relación con las instalaciones en el Apartado 4.

- El **Anexo E**, titulado “Hipótesis incidentales. Zonas objeto de planificación” recoge uno de los aspectos más importantes de los documentos secundarios del Plan: el análisis de vulnerabilidad tanto de bienes como humano, detallando componente por componente el nivel de afección que pueden tener, concluyendo en el Índice de Riesgo Medioambiental (IRM).

- El elemento principal de análisis (dentro de nuestra perspectiva del trabajo), es el que se destaca en el Apartado 6, que detalla las fuentes de riesgo (daños en los barriles de productos, fallos en la cadena de producción, etc.), los sistemas de control (la vigilancia permanente para prevenir los accidentes), en la producción y en el transporte. Por último,

es importante también la aplicación del IRM a cada una de las posibles causas de accidente tecnológico, calculado con cada uno de los materiales y sustancias con las que se trabajan, y la forma en la que se produzca, basándose en las hipótesis incidentales de las que consta el Apartado 2 de este Anexo.

- En el Apartado 3.1.3 de este Anexo encontramos una cartografía que marca dos zonas diferenciadas; la zona de alerta, a 6.200 metros de la empresa, y la zona de intervención, a 2.750 metros. Ésta última se define como “aquella en la que las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección” y la zona de alerta como “aquella en la que las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos de población.”

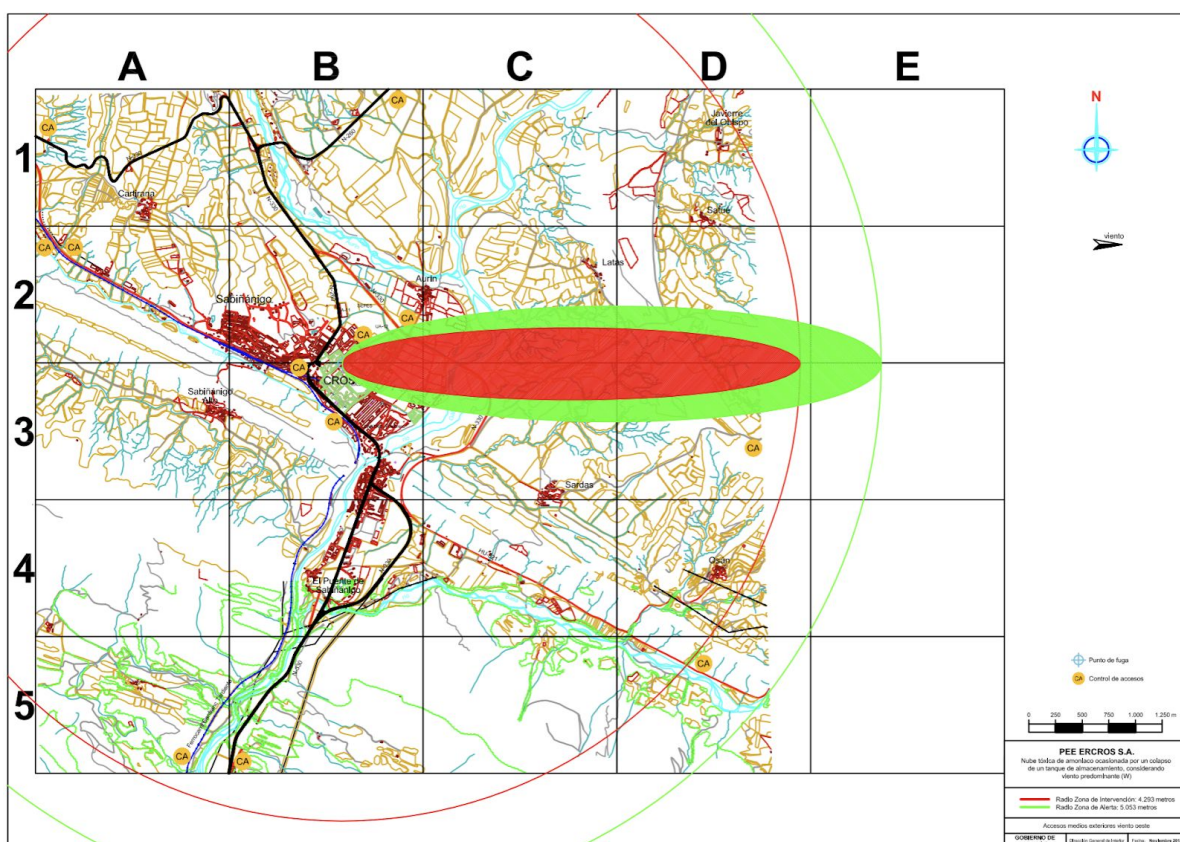


El **Anexo F**, titulado “Guía de respuesta. Fichas de actuación” recoge las medidas de protección para los diferentes posibles afectados (población civil, trabajadores y los grupos de acción) y las actuaciones a llevar a cabo en diversos casos concretos (los más comunes, como derrames de productos o reacciones químicas).

- Estos últimos casos más comunes los desglosan en diversos apartados, los mismos en todos los casos, comprendidos en; descripción del accidente, peligro que puede desencadenar, zonas afectadas (por ello proponen actuaciones en consecuencia), concreciones de estos accidentes posibles, y las actuaciones a realizar una vez se produce el accidente.
- Para cada uno de los hipotéticos accidentes se proponen cartografías con los elementos que interceden en el accidentes y los que pudieran verse afectados, marcando los



perímetros alrededor del punto exacto del accidente en función de las posibilidades de afección.



- Dentro del subapartado de Actuaciones, dentro de cada uno de los posibles accidentes, se aclara la actuación de cada uno de los grupos de acción (puestos de mando, CECOP, grupos de intervención, ...) y las medidas de protección a la población civil.

Finalmente, también nos interesa el **Anexo J**, titulado "Información a la población" y que pretende ser un texto más divulgativo, para que la población que habita o ejecuta alguna función en la región en riesgo ambiental pueda tener unas premisas para actuar. Además, son directrices que deben seguir tanto entidades públicas como privadas para informar a la población sobre el riesgo tecnológico, la zona en la que podría haber afecciones, medidas de evacuación, etc.

## 9. PROTOCOLO DE ACTUACIÓN

Tras haber comprobado que el sector químico presenta serios riesgos y que nuestra Comunidad Autónoma de Aragón tiene varios puntos concretos de especial implantación de industrias químicas, planteamos en este apartado la actuación que debería llevarse a cabo para prevenir incidentes y accidentes, recordando antes el importante Principio de Precaución que debe ser tenido siempre en cuenta cuando se habla de tecnologías o actividades que acarrearán riesgos para la calidad del medio ambiente, afectando así también a la salud de las personas.

### 9.1 El Principio de Precaución

Como su propio nombre indica, este principio que se exige a prácticamente todo el sector industrial, requiere de la adopción de medidas de protección antes de que se produzca ningún incidente que pudiera ser maligno para el medio ambiente. La característica especial de este Principio es que, aun incluso cuando no existan pruebas científicas de que efectivamente ciertos productos o tecnologías puedan suponer un riesgo, el Principio de Precaución prevalece. Tiene como objetivo orientar la conducta de todo agente (institución, empresa, organismo, empresario, político, trabajador...) a prevenir o evitar daños, graves e irreversibles, al medio ambiente.

En este caso y como tantas otras veces, se puede recurrir al refranero español para resumir de manera muy efectiva el tema que estamos tratando: “Más vale prevenir que curar”. Y más aun hablando de riesgos tecnológicos relacionados con la industria química, que, como hemos visto, pueden llegar a provocar importantes daños. En este sentido el Principio de Precaución existe como una herramienta proteccionista del medio ambiente,

Muchos consideran el Principio de Precaución como un principio ético, pero más allá de las intenciones lo cierto es que el propio Derecho Internacional recoge este Principio y lo asume como de obligado cumplimiento. En el caso europeo, el Principio de Precaución se menciona en el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. La Comisión Europea sostiene que el Principio de Precaución “puede invocarse cuando un fenómeno, un producto o un proceso puedan tener efectos potencialmente peligrosos identificados por una evaluación científica y objetiva, si dicha evaluación no permite determinar el riesgo con suficiente certeza”.

El Principio de Precaución se aborda en el marco de la gestión del riesgo, correspondiente a la fase de toma de decisiones. Está pues al margen de la evaluación del riesgo o la comunicación del riesgo, pero debe siempre invocarse bajo la hipótesis de un riesgo potencial, no bajo una decisión arbitraria. La Comisión europea considera que el recurso al Principio de Precaución está justificado si se cumplen estas tres condiciones:

1. Identificación de los efectos potencialmente negativos
2. Evaluación de los datos científicos disponibles
3. Ampliación de la incertidumbre científica

En definitiva, el Principio de Precaución es uno de los pilares fundamentales del desarrollo sostenible y del deber de protección del medio ambiente, ya que permite reaccionar rápidamente ante un posible peligro. Tal es la importancia de este Principio que, como hemos dicho y consideramos característica más relevante, en el caso de que los datos científicos no permitieran

una determinación completa del riesgo, el recurso al Principio de Precaución permite, por ejemplo, impedir la distribución de productos que puedan entrañar un peligro o incluso proceder a su retirada del mercado.<sup>15</sup>

## 9.2 Actuaciones de prevención y seguridad

El documento más reciente que las autoridades españolas han elaborado en materia de seguridad relacionada con los materiales químicos es del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo<sup>16</sup>, e incluye varios principios generales para la prevención de los riesgos por agentes químicos, como la concepción y organización de los sistemas de trabajo en el lugar de trabajo, la selección e instalación de los equipos de trabajo, o el establecimiento de los procedimientos adecuados para el uso y mantenimiento de los equipos utilizados para trabajar con agentes químicos peligrosos, así como para la realización de cualquier actividad con agentes químicos peligrosos, o con residuos que los contengan, incluidas la manipulación, el almacenamiento y el traslado de los mismos en el lugar de trabajo.

Además desde el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo se recomiendan otras actuaciones de tipo general como:

- a) La adopción de medidas higiénicas adecuadas, tanto personales como de orden y limpieza.
- b) La reducción de las cantidades de agentes químicos peligrosos presentes en el lugar de trabajo al mínimo necesario para el tipo de trabajo de que se trate.
- c) La reducción al mínimo del número de trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
- d) La reducción al mínimo de la duración e intensidad de las exposiciones.

Desde el Instituto se hace especial mención al papel de los propios empresarios y dueños de las empresas del sector químico, a quienes encargan la responsabilidad de garantizar la eliminación (o en su caso la reducción al mínimo) del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la salud y seguridad de los trabajadores durante el trabajo.

Para ello, según esta fuente, el empresario deberá, preferentemente, evitar el uso de dicho agente sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que, con arreglo a sus condiciones de uso, no sea peligroso o lo sea en menor grado.

Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo por sustitución, el empresario garantizará la reducción al mínimo de dicho riesgo aplicando medidas de prevención y protección que sean coherentes con la evaluación de los riesgos.

---

<sup>15</sup> ELIKA “El Principio de Precaución”, Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria [disponible en [http://www.elika.eus/datos/formacion\\_documentos/Archivo25/2\\_Principio%20de%20precaucion.pdf](http://www.elika.eus/datos/formacion_documentos/Archivo25/2_Principio%20de%20precaucion.pdf)]

<sup>16</sup> INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (2013) “Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo” [disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g\\_AQ.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf)]



Algunas de estas medidas concretas pueden ser:

- a) La concepción y la utilización de procedimientos de trabajo, controles técnicos, equipos y materiales que permitan, aislando al agente en la medida de lo posible, evitar o reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente o cualquier contacto directo con el trabajador que pueda suponer un peligro para la salud y seguridad de éste.
- b) Medidas de ventilación u otras medidas de protección colectiva, aplicadas preferentemente en el origen del riesgo, y medidas adecuadas de organización del trabajo.
- c) Medidas de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización de equipos de protección individual, cuando las medidas anteriores sean insuficientes y la exposición o contacto con el agente no pueda evitarse por otros medios.

Pero más allá de recomendaciones, el informe del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo incluye una interesante tabla con una serie de medidas preventivas en función del nivel de prioridad.

Nivel de prioridad	Objetivo de la medida preventiva	La medida preventiva se aplica al			
		Agente químico	Proceso o Instalación	Local de trabajo	Método de trabajo
Nivel 1	Eliminación del riesgo	· Sustitución total del agente químico por otro menos peligroso	· Sustitución del proceso · Utilización de equipos intrínsecamente seguros		· Automatización · Robotización · Control remoto
Nivel 2	Reducción o control del riesgo	· Sustitución parcial del agente · Cambio de forma o estado físico	· Proceso cerrado · Cabinas de guantes · Aumento de la distancia · Mantenimiento preventivo · Extracción localizada · Equipos con extracción local incorporada · Cubetos de retención	· Orden y limpieza · Segregación de departamentos sucios · Ventilación por dilución · Duchas de aire · Cortinas de aire · Cabinas para los trabajadores · Drenajes · Control de focos ignición	· Buenas prácticas de trabajo · Supervisión · Horarios reducidos
Nivel 3	Protección del trabajador				EPI de protección respiratoria, dérmica u ocular

Tabla 9. Medidas preventivas propuestas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Estas medidas protocolarias ayudan a evitar todo tipo de accidentes, aunque obviamente no pueden cubrir el 100 % del riesgo que corren los entornos de las industrias afectadas.

Además, podemos fijarnos en la recurrente Ley Risque francesa, ya mencionada en el apartado 2.1, para coger ideas en cuanto a posibles actuaciones de prevención y seguridad. Entre otras, se recomienda que el empresario deba ser capaz de demostrar, sintetizados en los siguientes puntos:

1. En la explotación, el industrial debe demostrar la evaluación y el control de los riesgos mediante herramientas como los estudios de peligros (études de dangers) y los Sistemas de Gestión de la Seguridad o SGS. Se trata de responsabilizar a las industrias con el fin de reducir los riesgos de accidente, es decir, deben implementar soluciones para mejorar su seguridad así como para limitar la importancia de las consecuencias en el ambiente físico y humano.
2. Las autoridades deben controlar la urbanización en las cercanías de los emplazamientos industriales clasificados peligrosos para limitar la densidad de población, expuestas en caso de ocurrencia de un fenómeno peligroso. La ley de 22 de julio de 1987, sobre la prevención de riesgos mayores, dictamina que los municipios deben tener en cuenta los riesgos en sus documentos de planificación urbanística.
3. Implementar, por parte de los poderes públicos y de los industriales, planes de emergencia para hacer frente a las consecuencias inmediatas de un accidente.
4. Información y concertación. Esta política de prevención hace énfasis en la información (preventiva pero también durante y después de un incidente) y en la existencia de estructuras de concertación. La población debe conocer los accidentes susceptibles de producirse cerca de sus viviendas al igual que la manera en la que deben reaccionar si se produce un accidente. Este pilar está confirmado en el derecho francés por la ley del 22 de julio de 1987, que permite integrar a la población en el proceso de prevención dándole el derecho de control (droit de regard), y por la ley de 30 de julio de 2003 que consolida la información a la población sobre los riesgos tecnológicos. Las acciones de información y de concertación incluyen: visitas al emplazamiento industrial, el desarrollo de encuestas y de reuniones públicas, la existencia de un Comité Local de Información y Concertación o CLIC y la organización de ejercicios de los planes de socorro junto con la instalación de sirenas de alerta en cada instalación.

Muchas de estas indicaciones para prevenir los accidentes vienen derivados de la mayor importancia de la industria química en Francia, por lo que España en muchos aspectos coge reflejos de esta para matizar algunos protocolos de actuación.

Volviendo a la legislación española, en cuanto a posibles actuaciones en materia de seguridad, es importante siempre seguir las indicaciones de las autoridades, intentando en todo momento mejorar lo ya impuesto por protocolo de seguridad. Es decir, adoptar las medidas propuestas por el gobierno a distintas escalas que posea las pertinentes competencias. En el caso de España, los propios ministerios tienen que mantener diálogos complementarios para acordar unificar estas medidas de prevención, cada uno en el campo que compete, ya sea de Ordenación territorial, medioambiental, de seguridad laboral, etc.

Además, como se ha ido viendo a lo largo del documento, estas medidas han de adaptarse a lo que dictamine las directrices europeas temáticas de estas mismas, por lo que estos protocolos suelen establecerse de manera homogénea en todos los países.

Para centrarnos en este momento en uno de los ámbitos que ha de recoger la regulación en materia de industria química, encontramos convenciones a nivel estatal marcados por un documento legislativo que trata con el almacenamiento y transporte de los productos susceptibles de sufrir desperfectos y causar un accidente. En este caso el Ministerio de Trabajo e Inmigración, en un informe del año 2010<sup>17</sup>, publica la siguiente información:













	 Inflamables	 Explosivos	 Tóxicos	 Radiactivos	 Comburentes	 Nocivos irritantes
 Inflamables	+	-	-	-	-	+
 Explosivos	-	+	-	-	-	-
 Tóxicos	-	-	+	-	-	+
 Radiactivos	-	-	-	+	-	-
 Comburentes	-	-	-	-	+	0
 Nocivos irritantes	+	-	+	-	0	+

Tabla 10. Tipos de productos que pueden o no ser almacenados conjuntamente

La tabla recuerda a empresarios, funcionarios y trabajadores qué tipos de productos pueden o no ser almacenados conjuntamente en las empresas del sector químico. Una información muy importante para evitar accidentes y prevenir riesgos.

Con el símbolo de la suma (+) se indica aquellos productos que sí pueden ser almacenados conjuntamente, con un guión (-) se advierte de qué productos no pueden ser almacenados juntos, debido a las reacciones químicas que puedan desatar o el peligro que pueda suponer. Con un cero (0) se señalan productos que sólo pueden almacenarse juntos si se adoptan ciertas medidas específicas de prevención. Algo que parece tan simple, recordemos que se piensa como la causa de algunos de los casos de accidente tecnológico que se han propuesto en apartados anteriores.

<sup>17</sup> MINISTERIO DE TRABAJO (2010) "Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica" [disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/TEXTOS/Riesgo%20quimico/riesgo\\_quimico%20papel.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/TEXTOS/Riesgo%20quimico/riesgo_quimico%20papel.pdf)]

En el mismo informe, las autoridades españolas no sólo recomiendan, sino que obligan a las empresas del sector químico a realizar otra medida de precaución con vistas a la seguridad (una medida bien sencilla pero muy importante): etiquetar por colores los productos en función de sus características. Con color rojo, aquellos que sean inflamables, en amarillo los tóxicos, en azul los oxidantes... etc.

TÓXICO Y/O CORROSIVO
INFLAMABLE
OXIDANTE
INERTE

**Cuadro 2.3.-** Colores de identificación según propiedades del gas contenido.

ACETILENO
OXÍGENO
ÓXIDO NITROSO
ARGÓN
NITRÓGENO
DIÓXIDO DE CARBONO
HELIO

**Cuadro 2.4.-** Colores de identificación para gases específicos.

Gráfico 4. Colores de identificación de tipos de productos

Para finalizar este apartado, tras haber repasado varias maneras de unificar los métodos protocolarios con el ánimo de proteger tanto el medio ambiente como la población que puede quedar afectada, es importante recordar que una de las principales cuestiones a tener en cuenta a la hora de evitar catástrofes en caso de accidente en este tipo de actividades si se ha cumplido la legislación de prevención suele ser la actuación tranquila y coherente por parte de la población afectada y la coordinación entre las asociaciones u organizaciones encargadas de la evacuación o actuación urgente. Un buen protocolo de evacuación es clave para minimizar el impacto de cualquier accidente.

## 10. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

Tras el análisis de los distintos parámetros a lo largo del trabajo, es importante observar que se ha intentado dar una visión holística de los riesgos tecnológicos en relación al ámbito geográfico. Como se ha observado a lo largo del trabajo es complicado tanto el análisis de los riesgos tecnológicos como la evaluación de los accidentes ya producidos, siendo ambos susceptibles de variar en todas y cada una de las situaciones que se puedan dar.

Es decir, no puede aplicarse una plantilla generalizada para evaluar estos riesgos porque entran tantas variables dentro de la evaluación de estos (localización, núcleos del entorno, situación de la población, medidas de prevención, tipo de industria, etc.), que cada uno de los casos de accidentes es un caso particular, siendo complicado prevenir mediante el riesgo el verdadero daño; material y humano, que puede causar. Por esta razón, a pesar de emitir legislación desde la Unión Europea, es necesario crear documentos como el que se ha trabajado aquí de planificación especial en Sabiñánigo.

En relación a los objetivos planteados en el trabajo hemos observado distintos matices en su consecución. En relación al párrafo anterior, la legislación como vemos tiene una escala descendente que va ajustando los detalles de control de los accidentes tecnológicos. Desde Europa se promueven a grandes rasgos los límites sobre los que las Nuts tienen que ir aplicando a escala estatal y posteriormente regional. De esta manera se consigue una relación directa desde la región, que ajusta las políticas generalistas de la Unión Europea y España con un Plan Especial de Protección Civil ajustado a empresas o polígonos industriales que tengan empresas que planteen riesgos tecnológicos. Estos documentos especiales se plantean de manera transversal a todo lo que pueda verse afectado, y en este documento se ha recogido sobre todo lo que más relación tenía con la Ordenación del Territorio, como los rangos de nivel de afección y de emergencia.

En relación al Objetivo de análisis de los casos de accidentes tecnológicos en Europa, se puede observar que la mayoría de estos casos suele tener aparejado fallos concretos en la actividad, sea cual sea su fase. Es decir, en realidad este tipo de industrias podría funcionar sin ningún tipo de accidente porque se implementan sistemas de seguridad muy eficientes, el problema es que cuando ocurre un fallo, por mínimo que sea, la potencialidad de causar daños humanos, materiales y medioambientales es muy alto por la toxicidad o inflamación de los elementos. Este tipo de accidentes ocurren aunque se apliquen cada vez más planes, estos sirven sobre todo para tener una base legislativa a la hora de pedir responsabilidades una vez ocurrido el accidente. Desde mi perspectiva, no quiere decir esto que sea perjudicial para la seguridad en este tipo de industrias, sino que las soluciones tal vez fuesen con trabajos de ingeniería que mecanice muchos de los procesos, omitiendo de esta manera el error humano, que al fin y al cabo es uno de los mayores problemas.

En el caso del Objetivo 3, donde se analiza la industria química como principal causante de los accidentes tecnológicos. A nivel estatal si se han encontrado los datos con relativa facilidad y se podía comentar amparándose en diversos estudios ya disponibles, pero el verdadero problema se plantea a escala regional, cuando subimos el nivel de detalle y pretendemos analizar a escala autonómica. En este aspecto, aunque sí hay datos accesibles desde las fuentes donde se han

recogido, no hay estudios de referencia, o no hemos tenido acceso, para poder analizar la industria química en Aragón. Por esta razón se han utilizado terminologías como “Diagonal química de Huesca” o “Corredor del Valle del Ebro”, para agrupar la realidad de la industria química en Aragón, que sigue esa continuidad, y así se sienta un precedente para comprender la cartografía de industria química en el apartado 7 de nuestro trabajo.

Este análisis del que hablamos se consigue con la combinación de distintos factores, como los datos económicos, tanto de volumen como de altas de la seguridad social, los datos poblacionales, y la colocación de estos hitos en la cartografía territorial, consiguiendo una síntesis de la situación actual de este sector económico transversal.

El Objetivo de análisis del Plan Especial de Protección Civil de Sabiñánigo es el plano más detallado de las escalas territoriales en las que podemos aplicar el estudio de los accidentes tecnológicos. En este caso se observa que es la administración regional (en este caso el Gobierno de Aragón) el que a partir de directrices y decretos europeos y legislación española, detalla un sistema concreto de prevención, y además, de actuación en caso de accidente.

A la hora de observar todos los anexos de este plan, que son en realidad los que albergan la información importante para prevención y actuación, se intenta amparar todo lo que pueda verse afectado, pero como se ha comentado más arriba, en este trabajo se ha hecho reflejo de las cuestiones que afectan más a la ordenación del territorio. Es curioso que una de las cuestiones que mayor énfasis hacen en estos anexos del plan es la afección a los núcleos de población circundantes, cosa hasta ahí entendible, pero empieza a complicarse cuando, al pensar en planificación territorial, se aplica el método de prevención. Esta prevención nos haría pensar en tratar de alejar todos estos procesos económicos de los núcleos de población, lo cual se aleja totalmente de la realidad, pues los polígonos industriales están adosados a las viviendas. Tal vez una buena alternativa de planificación sería la creación de polígonos industriales específicos de este tipo de empresas que plantean riesgos tecnológicos, y aplicar todas las medidas de seguridad posibles aún así. La diferencia fundamental es que depende de cómo se acoten los terrenos plausibles de ser utilizados.

Para conseguir ese punto perfecto donde emplazar se tendría que mantener unas ciertas distancias con núcleos de población existentes, zonas con alta fragilidad medioambiental, y ya que planificamos, zonas con poca vulnerabilidad paisajística. Juntando estas variables sería sencillo encontrar un enclave para instalar ese parque industrial químico que fuese menos perjudicial para el ser humano y para el medioambiente. El problema es el desembolso a realizar por parte de la administración pública, que probablemente, sea la causa de que aún no se haya planteado esa alternativa.

En realidad cuando se habla de riesgo tecnológico es difícil predecir el daño que puede causar un tipo de desastre así. Además de la imposibilidad de medir el riesgo real ante un caso de este tipo en cualquier industria, es también altamente complicado designar un responsable del accidente. Es decir, encontrar la persona o entidad culpable de que se haya provocado mayores daños de los que se “debería”. Podrían entrar muchos responsables en relación, por un lado la propia empresa propietaria de la factoría que la ha provocado, por otro, la administración responsable de la instalación de esa factoría en ese punto concreto, así que se quedaría en el aire puesto que no existe un solo responsable, sino que es una suma de culpabilidades. Precisamente en el caso de

estudio de nuestro trabajo, en Sabiñánigo, tenemos el un claro ejemplo del tipo de problemas de responsabilidades que se plantean en estos casos.

## **11. ÍNDICE DE FIGURAS**

### **Tablas**

Tabla 1. Clasificación Nacional de Actividades

Tabla 2. Peso en el PIB de España de cada sector industrial

Tabla 3. Principales variables económicas de la industria en Aragón

Tabla 4. Número de empresas de la Industria Química en Aragón y España

Tabla 5. Representación porcentual de la Industria Química en Aragón y España por sectores

Tabla 6. Número de afiliaciones a la seguridad social en total y en la industria química

Tabla 7. Porcentaje de las afiliaciones en la industria química sobre el total en cada municipio

Tabla 8. Escala de gravedad de daños en un accidente industrial según la legislación francesa

Tabla 9. Medidas preventivas del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Tabla 10. Tipos de productos que pueden o no ser almacenados conjuntamente

### **Mapas**

Mapa 1. Localización de los casos mencionados en este apartado

Mapa 2. Personal ocupado en la industria química española

Mapa 3. Localización de la industria química en Aragón

Mapa 4. Localización de la Comarca del Alto Gállego y el municipio de Sabiñánigo

Mapa 5. Densidad de población y red de carreteras en Aragón

Mapa 6. Densidad de población y localización de la industria química en Aragón

Mapa 7. Municipios aragoneses con industria química y nivel de riesgo que entrañan.

Mapa 8. Principales zonas químicas de Aragón.

### **Gráficos**

Gráfico 1. Esquema de actuación frente a accidentes

Gráfico 2. Historial de accidentes industriales

Gráfico 3. Organigrama operativo del PEE del área industrial de Sabiñánigo

Gráfico 4. Colores de identificación de tipos de productos

## 12. BIBLIOGRAFÍA

AEMA “Riesgos Tecnológicos y naturales” (2016) Agencia Europea de Medio Ambiente [disponible en <https://www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/page013.html>]

AGUILERA, I.; ECHÁVARRI, L. (2009) *Atlas geotemático de Aragón*, Diputación General de Aragón, Centro de Información Territorial de Aragón

AGUIRRE, G. “La valoración de los riesgos en la ordenación del territorio: metodología práctica” en *Boletín de la A.G.E.*, núm. 40, 2005

ALEMÁN, J.J. “De la sociedad del riesgo al desmantelamiento del estado de bienestar” en *Revista Dilemata*, núm. 11: pp. 139-147, 2013

AYALA CARCEDO, F. J. (2000) “La ordenación del territorio en la prevención de catastrofes naturales y tecnologicas” Instituto Geológico y Minero de España [Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1122545.pdf>]

DE LAS CUEVAS, A.; ESCOBAR, F.J. “Caracterización espacial de la vulnerabilidad sociodemográfica en dos distritos madrileños ante riesgos tecnológicos” en *Cuadernos Geográficos*, núm. 45: pp. 137-152, 2009

DGA “Panorama del Sector Industrial aragonés” (2000) Departamento de Medio Ambiente, Diputación General de Aragón [disponible en [http://www.ceoearagon.es/legislacion\\_subvenciones.nsf/7f0c12b0d28cd217c1256b7400447fd0/9b554194aea0199ec1256b9e002e03b8/\\$FILE/Anejo\\_1\\_Industriales.pdf](http://www.ceoearagon.es/legislacion_subvenciones.nsf/7f0c12b0d28cd217c1256b7400447fd0/9b554194aea0199ec1256b9e002e03b8/$FILE/Anejo_1_Industriales.pdf)]

E. PLANAS, J. ARNALDOS, R.M. DARBRA, M. MUÑOZ, E. PASTOR, J.A. VÍLCHEZ. “Historical evolution of process safety and major-accident hazards prevention in Spain. Contribution of the pioneer Joaquim Casal” en *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, núm. 28: pp. 109-117, 2014

FEIQUE “Informe: Radiografía del Sector Químico Español 2017” (2017) Federación de Empresas de la Industria Química Española (FEIQUE) [disponible en <http://radiografia.feique.org/wp-content/uploads/2017/05/Radiografia-del-Sector-Quimico-2017.pdf>]

FERRER MÁRQUEZ, A. (2006) “La normativa Seveso” en *Revista Ecologistas en Acción* [disponible en <http://www.ecologistasenaccion.org/article5352.html>]

GONZALEZ GARCIA, J. L. (2010) “Mapas de riesgos naturales en la ordenación territorial y urbanística” Ilustre Colegio Oficial de Geólogos [Disponible en [www.icog.es/files/mapariesgos.pdf](http://www.icog.es/files/mapariesgos.pdf)]

INFOMED, Red de Salud de Cuba “Capítulo 11. DESASTRES TECNOLÓGICOS” [Disponible en [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/urgencia/11desastres\\_tecnologicos.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/urgencia/11desastres_tecnologicos.pdf)]



INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (2013) “Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo” [disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g\\_AQ.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/g_AQ.pdf)]

JÁUREGUI, J. “La construcción histórica del principio de precaución como respuesta al desarrollo científico y tecnológico” en *Revista Dilemata*, núm. 11: pp. 1-19, 2013

LANZETTA, M. “Riesgos ambientales y tecnológicos” en *Voces en el Fénix* [disponible en [http://www.vocesenelfenix.com/sites/default/files/pdf/3lanzetta\\_2.pdf](http://www.vocesenelfenix.com/sites/default/files/pdf/3lanzetta_2.pdf)]

MAGRAMA (2012) “Informe Perfil Ambiental de España: Desastres Naturales y Tecnológicos” [disponible en [http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/desastres\\_naturales\\_y\\_tecnologicos\\_tcm7-303849.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/desastres_naturales_y_tecnologicos_tcm7-303849.pdf)]

MANSO DE ZÚÑIGA, N. (2014) “La gobernanza de los riesgos industriales. La Cuenca de Lacq (Sudoeste francés)” Universidad de Zaragoza [disponible en <https://zaguan.unizar.es/record/16456/files/TAZ-TFM-2014-607.pdf>]

MINISTERIO DE TRABAJO (2010) “Riesgo químico: sistemática para la evaluación higiénica” [disponible en [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/TEXTOS/Riesgo%20quimico/riesgo\\_quimico%20papel.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CATALOGO%20DE%20PUBLICACIONES%20ONLINE/TEXTOS/Riesgo%20quimico/riesgo_quimico%20papel.pdf)]

OLTRA, C. “Modernización ecológica y sociedad del riesgo. Hacia un análisis de las relaciones entre ciencia, medio ambiente y sociedad” en *Papers*, núm. 78: pp. 133-149, 2005

RODRÍGUEZ, H. “La confianza pública en las instituciones reguladoras del riesgo: tres modelos de confianza para tres desafíos del análisis del riesgo” en *Argumentos de Razón Técnica*, núm. 12: pp. 125-153, 2009

SÁNCHEZ MUÑOZ, M. (2017) “Análisis de Riesgos Industriales en Plantas Químicas y Petroleras. Método HAZ-OP” Universidad de Castilla-La Mancha [disponible en [http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/docu\\_08.pdf](http://www3.uclm.es/profesorado/giq/contenido/docu_08.pdf)]

SAURÍ, D. “Riesgos tecnológicos y geografía” en *Anales de Geografía*, núm. 25: pp. 147-158, 1995

SOTELO, J.A. “Riesgos naturales y tecnológicos en España, hoy” en *Observatorio Medioambiental*, núm. 11: pp. 9-12, 2008

VOGEL, L. “REACH: una reforma ambiciosa reducida a una versión light por la industria química” en *Cuadernos de Relaciones Laborales*, núm. 1: pp. 109-134, 2007